

Docket No.: SON-2834
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Koichi MAEYAMA et al

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.: N/A

Filed: October 15, 2003

Art Unit: N/A

For: IMAGE PRODUCTION APPARATUS, IMAGE
DISPLAY APPARATUS, IMAGE DISPLAY
METHOD AND OPTICAL MODULATION
DEVICE ADJUSTMENT APPARATUS

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

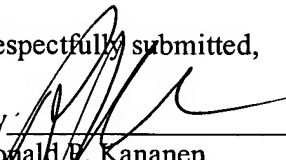
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	P2002-303661	October 17, 2002

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: October 15, 2003

Respectfully submitted,

By 
Ronald F. Kananen
Registration No.: 24,104
(202) 955-3750
Attorneys for Applicant

503P1218

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 0 3 6 6 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 0 3 6 6 1]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 8 8 5 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290119705

【提出日】 平成14年10月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/06
G02B 5/18
G02B 27/18
G02B 27/50
H04N 5/74

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 前山 光一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 秋山 義行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 玉田 仁志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 菊池 啓記

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100094053

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 隆久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014890

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707389

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像表示装置と画像表示方法、及び光変調素子調整装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、

互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い
違いの前記条带状電極は該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条帯
状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射さ
れた前記光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせ
、前記回折光を線状に配列し、1次元画像を結像する変調光を射出する複数の光
変調素子と、

前記変調光に照射され、画像が形成される画像表示手段と、

入力信号に応じて、前記光変調素子の条带状電極に前記駆動信号を印加し駆動
する駆動回路と、

入力信号から生成される、前記光変調素子を駆動するための初期駆動信号を生
成する初期駆動信号生成回路と、

前記初期駆動信号生成回路と前記駆動回路との間に設けられ、前記初期駆動信
号に応じて前記光変調素子が射出する変調光に予め設定した目標光強度から、該
目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を、前記駆動回路に
入力された駆動信号に応じて射出される変調光の予め測定された光強度から求め
、該求められた駆動信号を前記駆動回路に入力する補正手段と

を有する

画像表示装置。

【請求項 2】

前記光変調素子から射出された変調光を測定可能な位置に脱着自在に設置され
、前記各光変調素子から射出された変調光を測定し、前記各光変調素子に印加さ
れる駆動信号と前記各光変調素子から射出される変調光の光強度との関係である
前記各光変調素子の変調特性を測定する測定手段を有する

請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記補正手段は、測定された前記各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して、前記目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を求める

請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記補正手段は、前記初期駆動信号と前記初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光の目標光強度の関係である目標変調特性を求め、前記目標値光強度を設定する

請求項 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

前記光源は、赤色、緑色、及び青色の単色光源を含み、

前記光変調素子は、前記単色光源からの単色照明光をそれぞれ変調する、複数の光変調素子がそれぞれ配列されてなる第 1 の光変調素子アレイと、第 2 の光変調素子アレイと、第 3 の光変調素子アレイとを含む

請求項 4 に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

前記測定手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性を測定し、

前記補正手段は、測定された前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の前記目標値光強度に対応する駆動信号の値を求める

請求項 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 7】

前記補正手段は、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求め、前記目標光強度を設定する

請求項 6 に記載の画像表示装置。

【請求項 8】

前記光源は、前記単色光源が単色照明光を光変調素子アレイ毎に前記各光変調

素子アレイにおける光変調素子に同時に照射する第 1 の照明手段を有し、

前記補正手段は、電圧値が第 1 の範囲内に变化する第 1 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加する

請求項 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 9】

前記測定手段は、前記第 1 の照明手段によって照射された各光変調素子アレイの各光変調素子が前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、前記各光変調素子の変調特性を求め、

前記補正手段は、該求められた各光変調素子の変調特性から、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子から射出された変調光の光強度の光変調素子位置による変化である色毎の照明プロファイルを求める

請求項 8 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 0】

前記補正手段は、前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 9 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 1】

前記補正手段は、

前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、

前記各光変調素子アレイにおける前記白色輝度分布の最小値を、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 1 0 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 2】

前記補正手段は、

前記各光変調素子アレイにおける光変調素子を、光変調素子の位置によって、それぞれ複数のグループに分割し、

前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイの前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性をそれぞれ個別に求める

請求項 1 0 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 3】

前記補正手段は、

前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、

前記各光変調素子アレイの各光変調素子グループにおける白色輝度分布の最小値を、前記光変調素子グループにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 1 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 4】

前記光源は、前記単色光源が単色照明光を光変調素子アレイ毎に前記各光変調素子アレイにおける光変調素子に同時に照射する第 1 の照明手段と、前記各単色光源が光変調素子毎に単色照明光を前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子に照射する第 2 の照明手段とを有し、

前記第 1 の照明手段と前記第 2 の照明手段により、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性と前記各光変調素子アレイにおける照明プロファイルを個別に求める

請求項 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 5】

前記第 2 の照明手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子を照射する場合に、前記補正手段は、電圧値が第 1 の範囲内に変化する第 1 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加し、

前記測定手段は、前記第 2 の照明手段によって照射された各光変調素子が前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、前記各光変調素子の変調特性を測定する

請求項 1 4 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 の照明手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子を照射する場合に、前記補正手段は、電圧値が第 2 の範囲内に変化する第 2 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加する

請求項 1 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 7】

前記測定手段は、前記第 1 の照明手段によって照射された各光変調素子アレイの各光変調素子が前記第 2 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、

前記補正手段は、該測定された各光変調素子からの変調光の光強度から、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の照明プロファイルを求める

請求項 1 6 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 8】

前記補正手段は、前記個別に測定された各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 1 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 1 9】

前記補正手段は、

前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め

前記各光変調素子アレイにおける白色輝度分布の最小値を、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、

所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 1 8 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 0】

前記補正手段は、

前記各光変調素子アレイにおける光変調素子を、光変調素子の位置によって、それぞれ複数のグループに分割し、

前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイの前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性をそれぞれ個別に求める

請求項 1 8 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 1】

前記補正手段は、

前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、

前記各光変調素子アレイの各光変調素子グループにおける白色輝度分布の最小値を、前記光変調素子グループにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、

所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 2 0 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 2】

前記赤色光源から射出された照明光の方向は、前記緑色光源から射出された照明光の方向、及び前記青色光源から射出された照明光の方向と垂直する

請求項 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 3】

前記各単色光源からの単色照明光の断面の形状を線状に変換し、前記第 1 の光変調素子アレイと、第 2 の光変調素子アレイと、第 3 の光変調素子アレイにそれぞれ照射する照明光学系を有する

請求項 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 4】

前記各照明光学系は、

照明光の断面を成形する第 1 の成形手段と、

前記第 1 の成形手段の後に設けられ、前記第 1 の成形手段に成形された照明光を収束する第 1 の収束レンズと、

前記第 1 の収束レンズで収束された照明光を前記各光変調素子アレイに偏向する第 1 の偏向ミラーと

を有する

請求項 2 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 5】

前記第 1 の光変調素子アレイの各光変調素子に変調される赤色の変調光と、前記第 2 の光変調素子アレイの各光変調素子に変調される緑色の変調光と、前記第 3 の光変調素子アレイの各光変調素子に変調される青色の変調光とを合成する色合成手段を有する

請求項 2 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 6】

前記色合成手段は、

前記第 1 の光変調素子アレイの各光変調素子に変調される赤色の変調光と、前記第 2 の光変調素子アレイの各光変調素子に変調される緑色の変調光とを合成する第 1 の色合成フィルタと、

前記第 3 の光変調素子アレイの各光変調素子に変調される青色の変調光と、前記第 1 の色合成フィルタから射出される光と合成する第 2 の色合成フィルタと

を有する

請求項 2 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 7】

前記各光変調素子に変調され、前記色合成手段で合成された変調光に含まれる、1 次元画像を表示する表示用光と画像表示に用いない非表示用光とを分離する表示光分離手段を有する

請求項 2 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 8】

前記各光変調素子は、前記照明光学系からの照明光を回折し、複数の次数の回折光を含む変調光を射出して、

前記表示光分離手段は、前記表示用光として、前記変調光から±1次回折光を分離する

請求項 2 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 2 9】

前記表示光分離手段は、前記複数の次数の回折光を含む変調光を反射する凹面ミラーと、

前記凹面反射ミラーと対向して配置され、曲率半径は前記凹面反射ミラーの半分となり、前記凹面反射ミラーから反射された回折光のうちの前記非表示用光を透過させる開口部が設けられ、前記凹面反射ミラーから反射された回折光のうちの前記表示用光を再び前記凹面反射ミラーへ反射する凸面反射ミラーと

を有する

請求項 2 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 3 0】

前記表示光分離手段に分離された前記表示用光の断面を線状にする第 2 の成形手段と、

前記表示光分離手段により分離された前記表示用光を前記第 2 の成形手段に偏向する第 2 の偏向ミラーと

を有する

請求項 2 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 3 1】

前記測定手段は、前記変調光を測定する時に前記第 2 の成形手段の後に設置され、

前記測定手段は、前記各光変調素子からの変調光を測定し、該各光変調素子からの変調光の光強度に応じた電気信号を生成する光測定器と、

光軸上に設置され、前記複数の光変調素子の各々からの変調光を前記光測定器へ偏向する第 3 の偏向ミラーと、

前記光測定器と前記第 3 の偏向ミラーとの間に配置され、前記第 3 の偏向ミラーで反射された光を収束する第 2 の収束レンズと

を有する

請求項 3 0 に記載の画像表示装置。

【請求項 3 2】

前記入力信号に応じて回転し、前記表示用光を前記画像表示手段に走査し、前記画像表示手段に 2 次元画像を形成する走査手段と、

前記第 2 の成形手段から射出された表示用光を前記走査手段に投射する投射光学系と

を有する

請求項 3 0 に記載の画像表示装置。

【請求項 3 3】

互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い違いの前記条带状電極が該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条带状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射された光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせる複数の光変調素子から射出され、線状に配列されて 1 次元画像を結像する前記回折光である変調光を、平面上に走査し、2 次元画像を表示する画像表示方法であって、

画像を表示する前に、入力信号から生成された、前記光変調素子を駆動するための初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光に予め設定した目標光強度から、該目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を、前記駆動信号に応じて射出される変調光の予め測定された光強度から求める駆動信号補正工程と、

画像を表示する時に、前記求められた駆動信号を前記各光変調素子に印加し、前記各光変調素子を駆動する工程と

を有する

画像表示方法。

【請求項 3 4】

前記駆動信号補正工程において、

前記各光変調素子からの変調光を測定し、前記各光変調素子の変調特性を測定する第 1 の工程と、

測定された前記各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して前記目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を求める第2の工程と

を有する

請求項33に記載の画像表示方法。

【請求項35】

前記光源は、赤色、緑色、及び青色の単色光源を含み、

前記光変調素子は、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源からの単色照明光をそれぞれ変調する、複数の光変調素子がそれぞれ配列されてなる第1の光変調素子アレイと、第2の光変調素子アレイと、第3の光変調素子アレイとを含む

請求項34に記載の画像表示方法。

【請求項36】

前記第1の工程は、前記第1の光変調素子アレイと、第2の光変調素子アレイと、第3の光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性を測定する工程を有し、

前記第2の工程は、測定された前記色毎の各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の前記目標値光強度に対応する駆動信号の値を求める工程を有する

請求項35に記載の画像表示方法。

【請求項37】

前記第2の工程は、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求め、前記目標光強度を設定する工程を有する

請求項36に記載の画像表示方法。

【請求項38】

前記第1の工程において、

前記各単色光源は、単色照明光を前記各光変調素子アレイにおける光変調素子に同時に照射し、

前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性を測定し、

前記第2の工程において、

測定された前記各光変調素子の変調特性より、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子から射出された変調光の光強度の光変調素子位置による変化である色毎の照明プロファイルを求める

請求項 3 7 に記載の画像表示方法。

【請求項 3 9】

前記第 1 の工程は、

電圧値が第 1 の範囲内に変化する第 1 のテスト信号を生成し、前記各光変調素子に印加する工程と、

前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じた前記各光変調素子からの変調光の光強度を測定する工程と

を有する

請求項 3 8 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 0】

前記第 2 の工程は、前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める工程を有する

請求項 3 8 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 1】

前記第 2 の工程は、

前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求める工程と、

前記各光変調素子アレイにおける前記白色輝度分布の最小値を、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とする工程と、

所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記光変調素子の目標変調特性を求める工程と

を有する

請求項 4 0 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 2】

前記第 2 の工程は、

前記各光変調素子アレイにおける光変調素子を、光変調素子の位置によって、それぞれ複数のグループに分割する工程と、

前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイの対応する前記光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を個別に求める工程と

を有する

請求項 4 0 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 3】

前記第 2 の工程は、

前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求める工程と、

前記各光変調素子アレイの対応する光変調素子グループにおける白色輝度分布の最小値を、前記光変調素子グループにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とを用い、前記光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める工程と

を有する

請求項 4 2 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 4】

前記第 1 の工程において、

画像を表示する前に、前記各単色光源は、光変調素子毎に単色照明光を前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子に照射し、照射された光変調素子からの変調光を測定し、該照射された光変調素子の変調特性を測定する第 3 の工程を有する

請求項 3 7 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 5】

前記第 3 の工程は、

電圧値が第 1 の範囲内に变化する第 1 のテスト信号を生成し、前記各光変調素子に印加する工程と、

前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じた前記各光変調素子からの変調光の光強度を測定し、前記各光変調素子の変調特性を測定する工程とを有する

請求項 4 4 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 6】

前記第 1 の工程は、

画像を表示する際に、光変調素子アレイ毎に前記各単色光源からの照明光を前記各光変調素子アレイにおける光変調素子に同時に照射し、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の照明プロファイルを測定する第 4 の工程を有する

請求項 4 5 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 7】

前記第 4 の工程は、

電圧値が第 2 の範囲内に変化する第 2 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加する工程と、

前記色毎の各光変調素子からの変調光の前記第 2 のテスト信号の電圧値に応じた光量を測定し、前記色毎の照明プロファイルを測定する工程と

を有する

請求項 4 6 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 8】

前記第 2 の工程は、前記各光変調素子の変調特性および前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める工程を有する

請求項 4 6 に記載の画像表示方法。

【請求項 4 9】

前記第 2 の工程は、

前記各光変調素子の変調特性および前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求める工程と、

前記各光変調素子アレイにおける前記白色輝度分布の最小値を、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とする工程と、

所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とを用い、前記全部の光変調素

子の目標変調特性を求める工程と

を有する

請求項 4 8 に記載の画像表示方法。

【請求項 5 0】

前記第 2 の工程は、

前記各光変調素子アレイにおける複数の光変調素子を、光変調素子の位置によって、それぞれ複数のグループに分割する工程と、

前記各光変調素子の変調特性および前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイの対応する前記光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を個別に求める工程と

を有する

請求項 4 8 に記載の画像表示方法。

【請求項 5 1】

前記第 2 の工程は、

前記各光変調素子の変調特性および前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求める工程と、

前記各光変調素子グループにおける白色輝度分布の最小値を、前記対応する光変調素子グループにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とを用い、前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める工程と

を有する

請求項 5 0 に記載の画像表示方法。

【請求項 5 2】

光源と、

互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い違いの前記条带状電極は該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条带状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射された前記光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせ

、前記回折光を線状に配列し、1次元画像を結像する変調光を射出する複数の光変調素子と、

入力信号に応じて、前記各光変調素子の条带状電極に前記駆動信号を印加し駆動する駆動回路と、

入力信号から生成される、前記光変調素子を駆動するための初期駆動信号を生成する初期駆動信号生成回路と、

前記光変調素子から射出された変調光を測定可能な位置に脱着自在に設置され、前記各光変調素子から射出された変調光を測定し、前記各光変調素子に印加される駆動信号と前記各光変調素子から射出される変調光の光強度との関係である前記各光変調素子の変調特性を測定する測定手段と、

前記初期駆動信号生成回路と前記駆動回路との間に設けられ、測定された前記各光変調素子の変調特性を用い、前記初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光に予め設定した目標光強度から、該目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を求め、該求められた駆動信号を前記駆動回路に入力する補正手段と

を有する

光変調素子調整装置。

【請求項 5 3】

前記補正手段は、前記初期駆動信号と前記初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光の目標光強度の関係である目標変調特性を求め、前記目標値光強度を設定する

請求項 5 2 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 5 4】

前記測定手段は、前記各光変調素子からの変調光を測定し、該各光変調素子からの変調光の光強度に応じた電気信号を生成する光測定器を有する

請求項 5 2 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 5 5】

前記測定手段は、前記各光変調素子からの変調光を前記光測定器へ偏向する偏向ミラーを有する

請求項 5 4 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 5 6】

前記光源は、赤色、緑色、及び青色の単色光源を含み、

前記光変調素子は、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源からの単色照明光をそれぞれ変調する、複数の光変調素子がそれぞれ配列されてなる第 1 の光変調素子アレイと、第 2 の光変調素子アレイと、第 3 の光変調素子アレイとを含む

請求項 5 3 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 5 7】

前記測定手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性を測定し、

前記補正手段は、測定された前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の前記目標値光強度に対応する駆動信号の値を求める

請求項 5 6 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 5 8】

前記補正手段は、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求め、前記目標光強度を設定する

請求項 5 7 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 5 9】

前記光源は、前記単色光源が単色照明光を光変調素子アレイ毎に前記各光変調素子アレイにおける光変調素子に同時に照射する第 1 の照明手段を有し、

前記補正手段は、電圧値が第 1 の範囲内に変化する第 1 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加する

請求項 5 8 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 0】

前記測定手段は、前記第 1 の照明手段によって照射された各光変調素子アレイの各光変調素子が前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、前記各光変調素子の変調特性を求め、

前記補正手段は、該求められた各光変調素子の変調特性から、前記各光変調素

子アレイにおける各光変調素子から射出された変調光の光強度の光変調素子位置による変化である色毎の照明プロファイルを求める

請求項 5 9 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 1】

前記補正手段は、前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 6 0 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 2】

前記補正手段は、

前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、

前記各光変調素子アレイにおける前記白色輝度分布の最小値を、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とを用い、前記光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 6 1 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 3】

前記補正手段は、

前記各光変調素子アレイにおける光変調素子を、光変調素子の位置によって、それぞれ複数のグループに分割し、

前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイの前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性をそれぞれ個別に求める

請求項 6 1 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 4】

前記補正手段は、

前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、

前記各光変調素子アレイの各光変調素子グループにおける白色輝度分布の最小値を、前記光変調素子グループにおける光変調素子において実現する白色の目標

最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 6 3 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 5】

前記光源は、前記単色光源が単色照明光を光変調素子アレイ毎に前記各光変調素子アレイにおける光変調素子に同時に照射する第 1 の照明手段と、前記各単色光源が光変調素子毎に単色照明光を前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子に照射する第 2 の照明手段とを有し、

前記第 1 の照明手段と前記第 2 の照明手段により、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性と前記各光変調素子アレイにおける照明プロファイルを個別に求める

請求項 5 8 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 6】

前記第 2 の照明手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子を照射する場合に、前記補正手段は、電圧値が第 1 の範囲内に変化する第 1 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加し、

前記測定手段は、前記第 2 の照明手段によって照射された各光変調素子が前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、前記各光変調素子の変調特性を測定する

請求項 6 5 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 7】

前記第 1 の照明手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子を照射する場合に、前記補正手段は、電圧値が第 2 の範囲内に変化する第 2 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加する

請求項 6 6 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 8】

前記測定手段は、前記第 1 の照明手段によって照射された各光変調素子アレイの各光変調素子が前記第 2 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、

前記補正手段は、該測定された各光変調素子からの変調光の光強度から、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の照明プロファイルを求める

請求項 6 7 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 6 9】

前記補正手段は、前記個別に測定された各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 6 8 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 7 0】

前記補正手段は、

前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め

前記各光変調素子アレイにおける白色輝度分布の最小値を、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 6 9 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 7 1】

前記補正手段は、

前記各光変調素子アレイにおける光変調素子を、光変調素子の位置によって、それぞれ複数のグループに分割し、

前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイの前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性をそれぞれ個別に求める

請求項 6 9 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 7 2】

前記補正手段は、

前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記赤色

、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、

前記各光変調素子アレイの各光変調素子グループにおける白色輝度分布の最小値を、前記光変調素子グループにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、

所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める

請求項 7 1 に記載の光変調素子調整装置。

【請求項 7 3】

複数の画素素子と、駆動信号を前記複数の画素素子に印加する駆動回路とを有し、前記複数の画素素子が形成した複数の画素が行列状に配置されてなる複数のフレームを連続的に表示する画像表示装置であって、

所定の対象画素を表示する際に、ビット幅が m である駆動信号データを、 m より小さいビット幅 n を有する前記駆動回路に入力する際に生じる前記対象画素に対応する対象画素素子の駆動信号の量子化誤差を、表示中の現フレームにおいて前記対象画素の近傍の複数の画素及び該現フレームの後に表示されるフレームにおいて所定範囲内の複数の画素に割振り、前記割振られた量子化誤差を、誤差を割振られた前記複数の画素に対応する複数の画素素子の駆動信号データに加算し、前記駆動回路に入力する駆動信号供給手段を有する

画像表示装置。

【請求項 7 4】

前記駆動信号供給手段は、

前記ビット幅が m である駆動信号データを、ビット数が n となる上位ビット部と、ビット数が $m - n$ となる下位ビット部とに分割するデータ分割手段と、

前記下位ビット部と直前の誤差割振り処理で割振られた前の誤差とを加算し、誤差の総和を出力する第 1 の加算手段と、

所定のしきい値が設けられており、前記第 1 の加算手段が出力した前記誤差の総和を前記しきい値と比較し、該比較の結果により、第 1 のデータ、又は、第 2 のデータを出力する誤差丸め処理手段と、

前記上位ビット部と、前記誤差丸め処理手段が出力した前記第 1 のデータ、又は、第 2 のデータとを加算して、ビット幅が n ビットとなる駆動信号データを前記駆動回路に入力する第 2 の加算手段と、

前記誤差丸め処理手段が出力した前記第 1 のデータ、又は、第 2 のデータと、前記第 1 の加算手段が出力した前記誤差の総和とを減算し、現在の誤差として出力する減算手段と、

前記減算手段が出力した前記現在の誤差に所定の重み係数を掛け、前記現フレーム内における前記対象画素の近傍の複数の画素、及び、前記現フレームの後に表示されるフレームの所定範囲内の複数の画素に割振り、該割振られた現在の誤差を前記第 1 の加算手段に入力する誤差割振り手段と

を有する

請求項 7 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 7 5】

光源と、互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い違いの前記条带状電極は該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条带状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射された前記光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせ、前記回折光を線状に配列し、一列の画素からなる 1 次元画像を結像する変調光を射出する複数の光変調素子と、前記駆動信号を前記各光変調素子における前記複数の条带状電極に印加する駆動回路とを有し、前記変調光を照射されて前記 1 列の画素が画像表示手段に展開されてなる 2 次元画像を含む複数のフレームを連続的に表示する画像表示装置であって、

前記各光変調素子のビット幅が m である駆動信号データを出力する第 1 の駆動信号供給手段と、

所定の対象画素を表示する際に、前記ビット幅が m である駆動信号データを、 m より小さいビット幅 n を有する前記駆動回路に入力する際に生じる前記対象画素に対応する対象の変調素子の駆動信号の量子化誤差を、表示中の現フレーム内において前記対象画素の近傍の複数の画素及び該現フレームの後に表示されるフレームにおいて所定範囲内の複数の画素に割振り、前記割振られた量子化誤差を

、誤差を割振られた前記複数の画素に対応する複数の光変調素子の駆動信号データに加算し、前記駆動回路に入力する第 2 の駆動信号供給手段を有する画像表示装置。

【請求項 7 6】

前記第 2 の駆動信号供給手段は、

前記ビット幅が m である駆動信号データを、ビット数が n となる上位ビット部と、ビット数が $m - n$ となる下位ビット部とに分割するデータ分割手段と、

前記下位ビット部と直前の誤差割振り処理で割振られた前の誤差とを加算し、誤差の総和を出力する第 1 の加算手段と、

所定のしきい値が設けられており、前記第 1 の加算手段が出力した前記誤差の総和を前記しきい値と比較し、該比較の結果により、第 1 のデータ、又は、第 2 のデータを出力する誤差丸め処理手段と、

前記上位ビット部と、前記誤差丸め処理手段が出力した前記第 1 のデータ、又は、第 2 のデータとを加算して、ビット幅が n ビットとなる駆動信号データを前記駆動回路に入力する第 2 の加算手段と、

前記誤差丸め処理手段が出力した前記第 1 のデータ、又は、第 2 のデータと、前記第 1 の加算手段が出力した前記誤差の総和とを減算し、現在の誤差として出力する減算手段と、

前記減算手段が出力した前記現在の誤差に所定の重み係数を掛け、前記現フレーム内における前記対象画素の近傍の複数の画素、及び、前記現フレームの後に表示されるフレームの所定範囲内の複数の画素に割振り、該割振られた現在の誤差を前記第 1 の加算手段に入力する誤差割振り手段と

を有する

請求項 7 5 に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、光を回折又は反射させる回折格子型光バルブなどの光回折変調素子を用いて二次元画像を表示する画像表示装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

プロジェクターやプリンターなどの画像形成装置において、画像の解像度を上げるには、1次元の画像表示素子からの光束を光走査手段で走査しながら画像形成手段に投影し、2次元画像を形成する方法が知られている（例えば、特許文献1）。1次元の画像表示素子として、米国Silicon Light Machine社が開発した回折ライト・バルブ（GLV: grating light valve）が知られている（例えば、特許文献2、特許文献3）。

GLVは光の回折を利用したマイクロマシン位相反射型回折格子より成っている。GLVを用いれば、光の階調を電氣的にコントロールすることにより画像表示が可能となる。

【0003】

例えば、GLVにおいて、数 μm のリボン電極数本で1画素を形成する画素素子とし、その画素素子を1次元方向に数百～数千個配置する。当該複数の画素素子からなる1次元画像素子GLVは1次元空間変調器として機能し、1次元方向に集光した照明光をGLVにて変調した後にガルバノミラー（ポリゴンミラー）等で水平方向に走査することによって、2次元表示画像は形成される。

通常の2次元表示装置と比較して、GLVを用いた場合は、画面の縦方向の画素数は1次元方向の画素数と同じになるが、横方向は少なくとも1画素幅あれば良いので、2次元画像表示に必要な画素（ピクセル）数は少なくて済む。また、GLVの能動領域は、その寸法を小さく構成することが可能であり、高い解像度、高速なスイッチング速度及び広い帯域幅の表示が可能である一方、低い印加電圧で動作されるので、非常に小型化された表示装置を実現することが期待されている。

【0004】

このような1次元画像表示素子GLVを用いた画像表示装置は、通常の二次元画像表示装置、例えば、液晶パネルなどを用いた投射型表示装置と比べて、GLV自体に画素間の境界が存在しないため、極めて滑らかで自然な画像表現が可能である。さらに、三原色である赤色、緑色、青色のレーザを光源とし、これらの

光を混合することで、極めて広い、自然な色再現範囲の画像が表現できるなど、従来にない優れた表示性能を有している。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

米国特許第 5 9 8 2 5 5 3 号、

【特許文献 2】

特許公報第 3 1 6 4 8 2 4 号

【特許文献 3】

米国特許第 5 8 4 1 5 7 9 号)

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、実際に、例えば、1 0 8 0 画素素子を含む G L V をスキャンして得た 1 0 8 0 × 1 9 2 0 画素の画像表示装置において、良好な画像表示を全画素で実現することは容易ではない。その理由は、通常デバイス製造上画素素子を構成するリボン電極の形状や表面状態を表示領域全体に対して均一に作製することが難しい。そのため素子を動作させない状態でも n m 程度の凹凸が発生するため、変調器としての G L V は、画素素子ごとに変調特性（駆動電圧－変調光輝度）が変動する。その結果、画面上に輝度の不均一性が生じ、例えば、均一な黒画像を得ることが出来ない問題があった。

また、画素毎に設けられ、輝度の階調を調整する駆動回路特性自体にバラツキが存在するため、画素素子の変調特性を均一にすることも簡単ではない。例えば、リボン電極を n m レベルで移動させる駆動信号の誤差により、G L V の可動リボン電極の移動量がばらつき、画素素子変調特性の変動を生じる。

以上のような変調特性のバラツキが表示画像上 1 画素から数画素単位の横縞として認識され画質の劣化を招いていた。

【0 0 0 7】

また、1 次元画像素子である G L V を照明するために、照明光を 1 次元方向に集光されて、1 列となる G L V に照射する。この場合、全照明領域内に、照明光強度を均一にすることは容易ではない。光学設計並びに初期調整で均一照明を実

現できたとしても、温度変化や経時変化による光源や光学系の変動の影響があるため常に均一な照明光を実現することは難しい。このような照明の不均一性は単色では比較的目立たないが、カラー画像のように色を重ねた場合、画面全体で色異常として認識され画質の劣化を招く。特にレーザープロジェクターのように色毎に個別の照明系を使用する場合には、このような色の不均一性が起こり易い。

【 0 0 0 8 】

また、画素素子に印加する駆動信号の処理により画質を劣化することが生じる可能性がある。

通常、前段の回路から入力されたデジタル駆動信号は、D/A変換回路でアナログ信号に変換され、駆動回路に入力されて、画素素子に印加される。

D/A変換回路と駆動回路のビット幅は前段回路より小さい場合に、前段のビット幅の大きい信号がD/A変換回路と駆動回路に入力されると、該信号の下位のビットはカットされて、信号は間引きされ、信号の値は比較的の不連続になる、言い換えれば、量子化（デジタル化）された。

このように量子化された駆動信号は、階調が粗くなり、前段回路での駆動信号に比べ、誤差が生じる。これは量子化誤差と言う。

この量子化誤差によって、画面上に画素間の不連続性が生じる。人間の目の感度が高いので、このような画素間僅かの不連続性は、不自然な表示として人間に認識される。特に、GLVからの光を走査して2次元画像を表示する表示装置において、1次元画像を画面上に走査することによって、1次元画像での異常な点は、画面上に横縞になって、さらに感知しやすくなる。

【 0 0 0 9 】

また、GLVを用いた画像表示装置は、小型化しつつ、高品質のカラー映像を表示するために、光源、各光学部品の配置などの構造上の改善が必要である。特にレーザープロジェクターのように色毎に個別の照明系を使用する場合には、いかに表示装置のサイズを減少しながら、各色の照明光を質良く合成し、不必要な照明光成分を効率よく取り除き、画像表示に用いる照明光にノイズを少なくすることを実現するかは技術上に問題となっている。

【 0 0 1 0 】

本発明は、このような課題を鑑みてなされ、その第 1 の目的は、表示画面上に生じる輝度と色の不均一性を低減することができる画像表示装置及び画像表示方法を提供することにある。

また、本発明の第 2 の目的は、変調素子の変調特性の不均一性を検出して補正することができる光変調素子調整装置を提供することにある。

また、本発明の第 3 の目的は、コンパクトに構成することができる画像表示装置を提供することにある。

また、本発明の第 4 の目的は、G L Vを用いた画像表示装置において、駆動信号の量子化処理により生じた量子化誤差による画像不連続性を抑えることができる画像表示装置を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明の第 1 の観点に係る画像表示装置は、光源と、互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い違いの前記条带状電極は該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条带状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射された前記光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせ、前記回折光を線状に配列し、1次元画像を結像する変調光を射出する複数の光変調素子と、前記変調光に照射され、画像が形成される画像表示手段と、入力信号に応じて、前記光変調素子の条带状電極に前記駆動信号を印加し駆動する駆動回路と、入力信号から生成される、前記光変調素子を駆動するための初期駆動信号を生成する初期駆動信号生成回路と、前記初期駆動信号生成回路と前記駆動回路との間に設けられ、前記初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光に予め設定した目標光強度から、該目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を、前記駆動回路に入力された駆動信号に応じて射出される変調光の予め測定された光強度から求め、該求められた駆動信号を前記駆動回路に入力する補正手段とを有する。

【 0 0 1 2 】

前記光変調素子から射出された変調光を測定可能な位置に脱着自在に設置され

、前記各光変調素子から射出された変調光を測定し、前記各光変調素子に印加される駆動信号と前記各光変調素子から射出される変調光の光強度との関係である前記各光変調素子の変調特性を測定する測定手段を有する。

前記補正手段は、測定された前記各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して、前記目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を求める。

前記補正手段は、前記初期駆動信号と前記初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光の目標光強度の関係である目標変調特性を求め、前記目標値光強度を設定する。

【 0 0 1 3 】

前記光源は、赤色、緑色、及び青色の単色光源を含み、前記光変調素子は、前記単色光源からの単色照明光をそれぞれ変調する、複数の光変調素子がそれぞれ配列されてなる第 1 の光変調素子アレイと、第 2 の光変調素子アレイと、第 3 の光変調素子アレイとを含む。

前記測定手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性を測定し、前記補正手段は、測定された前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の前記目標値光強度に対応する駆動信号の値を求める。

前記補正手段は、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求め、前記目標光強度を設定する。

【 0 0 1 4 】

前記光源は、前記単色光源が単色照明光を光変調素子アレイ毎に前記各光変調素子アレイにおける光変調素子に同時に照射する第 1 の照明手段を有し、前記補正手段は、電圧値が第 1 の範囲内に変化する第 1 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加する。

前記測定手段は、前記第 1 の照明手段によって照射された各光変調素子アレイの各光変調素子が前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、前記各光変調素子の変調特性を求め、前記補正手段は、該求められた各光変調素子の変調特性から、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子

から射出された変調光の光強度の光変調素子位置による変化である色毎の照明プロフィールを求める。

前記補正手段は、前記色毎の照明プロフィールから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める。

【0 0 1 5】

前記補正手段は、前記色毎の照明プロフィールから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、前記各光変調素子アレイにおける前記白色輝度分布の最小値を、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記光変調素子の目標変調特性を求める。

或は、前記補正手段は、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子を、光変調素子の位置によって、それぞれ複数のグループに分割し、前記色毎の照明プロフィールから、前記各光変調素子アレイの前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性をそれぞれ個別に求める。

前記補正手段は、前記色毎の照明プロフィールから、前記赤色、緑色、及び青色の単色光源のそれぞれにより実現可能な白色の輝度分布を求め、前記各光変調素子アレイの各光変調素子グループにおける白色輝度分布の最小値を、前記光変調素子グループにおける光変調素子において実現する白色の目標最大輝度とし、所定の変調特性関数と前記白色の目標最大輝度とから、前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める。

【0 0 1 6】

前記光源は、前記各単色光源が光変調素子毎に単色照明光を前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子に照射する第2の照明手段を有し、前記第1の照明手段と前記第2の照明手段により、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の変調特性と前記各光変調素子アレイにおける照明プロフィールを個別に求める。

前記第2の照明手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子を照射する場合に、前記補正手段は、電圧値が第1の範囲内に変化する第1のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加し、前記測定手段は

、前記第 2 の照明手段によって照射された各光変調素子が前記第 1 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、前記各光変調素子の変調特性を測定する。

【 0 0 1 7 】

前記第 1 の照明手段は、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子を照射する場合に、前記補正手段は、電圧値が第 2 の範囲内に变化する第 2 のテスト信号を生成し、前記駆動回路を介して前記各光変調素子に印加する。

前記測定手段は、前記第 1 の照明手段によって照射された各光変調素子アレイの各光変調素子が前記第 2 のテスト信号の電圧値に応じて射出した変調光の光強度を測定し、前記補正手段は、該測定された各光変調素子からの変調光の光強度から、前記各光変調素子アレイにおける各光変調素子の照明プロファイルを求める。

前記補正手段は、前記個別に測定された各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子の目標変調特性を求める。

前記補正手段は、前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記光変調素子の目標変調特性を求める。或は、前記補正手段は、前記各光変調素子アレイにおける光変調素子を光変調素子の位置によってそれぞれ複数のグループに分割し、前記各光変調素子アレイの前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性をそれぞれ個別に求める。

前記補正手段は、前記各光変調素子の変調特性及び前記色毎の照明プロファイルから、前記各光変調素子グループにおける光変調素子の目標変調特性を求める。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 1 の観点の画像表示装置において、前記赤色光源から射出された照明光の方向は、前記緑色光源から射出された照明光の方向、及び前記青色光源から射出された照明光の方向と垂直する。

前記各々の単色光源からの単色照明光の断面の形状を線状に変換し、前記第 1 の光変調素子アレイと、第 2 の光変調素子アレイと、第 3 の光変調素子アレイに

それぞれ照射する照明光学系を有する。

前記各々の照明光学系は、照明光の断面を成形する第 1 の成形手段と、前記第 1 の成形手段の後に設けられ、前記第 1 の成形手段に成形された照明光を収束する第 1 の収束レンズと、前記第 1 の収束レンズで収束された照明光を前記各光変調素子アレイに偏向する第 1 の偏向ミラーとを有する。

前記第 1 の光変調素子アレイの各々の光変調素子に変調される赤色の変調光と、前記第 2 の光変調素子アレイの各々の光変調素子に変調される緑色の変調光と、前記第 3 の光変調素子アレイの各々の光変調素子に変調される青色の変調光とを合成する色合成手段を有する。

前記色合成手段は、前記第 1 の光変調素子アレイの各々の光変調素子に変調される赤色の変調光と、前記第 2 の光変調素子アレイの各々の光変調素子に変調される緑色の変調光とを合成する第 1 の色合成フィルタと、前記第 3 の光変調素子アレイの各々の光変調素子に変調される青色の変調光と、前記第 1 の色合成フィルタから射出される光と合成する第 2 の色合成フィルタとを有する。

【0019】

前記各々の光変調素子に変調され、前記色合成手段で合成された変調光に含まれる、1次元画像を表示する表示用光と画像表示に用いない非表示用光とを分離する表示光分離手段を有する。

前記各光変調素子は、前記照明光学系からの照明光を回折し、複数の次数の回折光を含む変調光を射出して、前記表示光分離手段は、前記表示用光として、前記変調光から±1次回折光を分離する。

前記表示光分離手段は、前記複数の次数の回折光を含む変調光を反射する凹面ミラーと、前記凹面反射ミラーと対向して配置され、曲率半径は前記凹面反射ミラーの半分となり、前記凹面反射ミラーから反射された回折光のうちの前記非表示用光を透過させる開口部が設けられ、前記凹面反射ミラーから反射された回折光のうちの前記表示用光を再び前記凹面反射ミラーへ反射する凸面反射ミラーとを有する。

前記表示光分離手段に分離された前記表示用光の断面を線状にする第 2 の成形手段と、前記表示光分離手段により分離された前記表示用光を前記第 2 の成形手

段に偏向する第2の偏向ミラーとを有する。

【0020】

前記測定手段は、前記変調光を測定する時に前記第2の成形手段の後に設置され、前記測定手段は、前記各々の光変調素子からの変調光を測定し、該各々の光変調素子からの変調光の光量に応じた電気信号を生成する光測定器と、光軸上に設置され、前記複数の光変調素子の各々からの変調光を前記光測定器へ偏向する第3の偏向ミラーと、前記光測定器と前記第3の偏向ミラーとの間に配置され、前記第3の偏向ミラーで反射された光を収束する第2の収束レンズとを有する。

前記入力画像信号に応じて回転し、前記表示用光を前記画像表示手段に走査し、前記画像表示手段に2次元画像を形成する走査手段と、前記第2の成形手段から射出された表示用光を前記走査手段に投射する投射光学系とを有する。

【0021】

本発明の第2の観点に係る画像表示方法は、互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い違いの前記条带状電極が該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条带状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射された光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせる複数の光変調素子から射出され、線状に配列されて1次元画像を結像する前記回折光である変調光を、平面上に走査し、2次元画像を表示する画像表示方法であって、画像を表示する前に、入力信号から生成された、前記光変調素子を駆動するための初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光に予め設定した目標光強度から、該目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を、前記駆動信号に応じて射出される変調光の予め測定された光強度から求める駆動信号補正工程と、画像を表示する時に、前記求められた駆動信号を前記各光変調素子に印加し、前記各光変調素子を駆動する工程とを有する。

前記駆動信号補正工程において、前記各光変調素子からの変調光を測定し、前記各光変調素子の変調特性を測定する第1の工程と、測定された前記各光変調素子の変調特性から、前記初期駆動信号に対して前記目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を求める第2の工程とを有する。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 3 の観点に係る変調素子調整装置は、光源と、互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い違いの前記条带状電極は該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条带状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射された前記光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせ、前記回折光を線状に配列し、1次元画像を結像する変調光を射出する複数の光変調素子と、入力信号に応じて、前記各光変調素子の条带状電極に前記駆動信号を印加し駆動する駆動回路と、入力信号から生成される、前記光変調素子を駆動するための初期駆動信号を生成する初期駆動信号生成回路と、前記光変調素子から射出された変調光を測定可能な位置に脱着自在に設置され、前記各光変調素子から射出された変調光を測定し、前記各光変調素子に印加される駆動信号と前記各光変調素子から射出される変調光の光強度との関係である前記各光変調素子の変調特性を測定する測定手段と、前記初期駆動信号生成回路と前記駆動回路との間に設けられ、測定された前記各光変調素子の変調特性を用い、前記初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光に予め設定した目標光強度から、該目標光強度に対応する前記各光変調素子の前記駆動信号の値を求め、該求められた駆動信号を前記駆動回路に入力する補正手段とを有する。

前記補正手段は、前記初期駆動信号と前記初期駆動信号に応じて前記光変調素子が射出する変調光の目標光強度の関係である目標変調特性を求め、前記目標値光強度を設定する。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 4 の観点に係る画像表示装置は、複数の画素素子と、応じた駆動信号を前記複数の画素素子に印加する駆動回路とを有し、前記複数の画素素子が形成した複数の画素が行列状に配置されてなる複数のフレームを連続的に表示する画像表示装置であって、所定の対象画素を表示する際に、ビット幅が m である駆動信号データを、 m より小さいビット幅 n を有する前記駆動回路に入力する際に生じる前記対象画素に対応する対象画素素子の駆動信号の量子化誤差を、表示中の現フレームにおいて前記対象画素の近傍の複数の画素及び該現フレームの後に

表示されるフレームにおいて所定範囲内の複数の画素に割振り、前記割振られた量子化誤差を、誤差を割振られた前記複数の画素に対応する複数の画素素子の駆動信号データに加算し、前記駆動回路に入力する駆動信号供給手段を有する。

【0024】

前記駆動信号供給手段は、前記ビット幅が m である駆動信号データを、ビット数が n となる上位ビット部と、ビット数が $m-n$ となる下位ビット部とに分割するデータ分割手段と、前記下位ビット部と直前の誤差割振り処理で割振られた前の誤差とを加算し、誤差の総和を出力する第1の加算手段と、所定のしきい値が設けられており、前記第1の加算手段が出力した前記誤差の総和を前記しきい値と比較し、該比較の結果により、第1のデータ、又は、第2のデータを出力する誤差丸め処理手段と、前記上位ビット部と、前記誤差丸め処理手段が出力した前記第1のデータ、又は、第2のデータとを加算して、ビット幅が n ビットとなる駆動信号データを前記駆動回路に入力する第2の加算手段と、前記誤差丸め処理手段が出力した前記第1のデータ、又は、第2のデータと、前記第1の加算手段が出力した前記誤差の総和とを減算し、現在の誤差として出力する減算手段と、前記減算手段が出力した前記現在の誤差に所定の重み係数を掛け、前記現フレーム内における前記対象画素の近傍の複数の画素、及び、前記現フレームの後に表示されるフレームの所定範囲内の複数の画素に割振り、該割振られた現在の誤差を前記第1の加算手段に入力する誤差割振り手段とを有する。

【0025】

本発明の第5の観点に係る画像表示装置は、光源と、互いに平行に設けられた複数の条带状電極を有し、駆動信号を印加された互い違いの前記条带状電極は該駆動信号に応じて変位又は変形し、隣接する前記条带状電極の所定の外面に段差を形成し、前記複数の条带状電極の前記外面に入射された前記光源からの照明光を回折し、前記段差に応じた光量の回折光を生じさせ、前記回折光を線状に配列し、一列の画素からなる1次元画像を結像する変調光を射出する複数の光変調素子と、前記駆動信号を前記各々の光変調素子における前記複数の条带状電極に印加する駆動回路とを有し、前記変調光を照射されて前記1列の画素が画像表示手段に展開されてなる2次元画像を含む複数のフレームを連続的に表示する画像表

示装置であって、前記各光変調素子のビット幅が m である駆動信号データを出力する第1の駆動信号供給手段と、所定の対象画素を表示する際に、前記ビット幅が m である駆動信号データを、 m より小さいビット幅 n を有する前記駆動回路に入力する際に生じる前記対象画素に対応する対象の変調素子の駆動信号の量子化誤差を、表示中の現フレーム内において前記対象画素の近傍の複数の画素及び該現フレームの後に表示されるフレームにおいて所定範囲内の複数の画素に割振り、前記割振られた量子化誤差を、誤差を割振られた前記複数の画素に対応する複数の光変調素子の駆動信号データに加算し、前記駆動回路に入力する第2の駆動信号供給手段を有する。

【0026】

上記の請求項1に係る画像表示装置によれば、入力信号から初期駆動信号生成回路によって生成された初期駆動信号を補正する補正手段を設け、該補正手段は、初期駆動信号に応じて光変調素子が射出する変調光に予め目標光強度を設定し、駆動信号に応じた変調光の光強度の測定結果から、各光変調素子の該目標光強度を有する変調光を射出するような駆動信号の値を求め、該求められた駆動信号を前記駆動回路に入力する。

上記の請求項2に係る画像表示装置によれば、光測定手段をさらに設け、各変調素子からの変調光を測定して、各変調素子の変調特性（駆動電圧－変調光強度（或は輝度））を測定する。

上記の請求項3に係る画像表示装置によれば、補正手段は、測定された各光変調素子の変調特性から、予め定めた目標光強度を有する変調光を射出するような駆動信号の値を求める。

上記の請求項4に係る画像表示装置によれば、補正手段は、初期駆動信号と該初期駆動信号に応じて光変調素子が射出する変調光の目標光強度の関係である目標変調特性を求め、該目標変調特性により、以上の目標値光強度を設定する。

このように補正された駆動信号を用いれば、輝度と色不均一性の無い高品質画像を表示する。

【0027】

上記の請求項8に係る画像表示装置によれば、第1の照明手段により、複数の

単色光源を含む光源は、光変調素子アレイ毎に各光変調素子アレイにおける光変調素子を同時に照射し、光変調素子に第 1 のテスト信号を印加し、光源の照明条件による色の不均一性である照明ムラと、各変調素子の各自の変調特性の効果とを含んだ複合の変調特性を測定し、この測定結果を用い、補正手段により各光変調素子の駆動信号を補正する。

或は、請求項 1 4 に係る画像表示装置によれば、第 2 の照明手段により、複数の単色光源を含む光源は、光変調素子毎に各光変調素子アレイにおける光変調素子を 1 個ずつ照射し、各変調素子の照明ムラを含まない変調特性を予め測定して、第 1 の照明手段により、別途照明条件による色の不均一性のみを測定する。この 2 回の測定結果を用いて、補正手段により各光変調素子の駆動信号を補正する。

この場合は、請求項 1 5 に係る画像表示装置によれば、第 2 の照明手段により照明を行なう場合に、光変調素子に第 1 のテスト信号を印加し、照明ムラを含まない変調特性を測定する。また、請求項 1 6 に係る画像表示装置によれば、第 1 の照明手段により照明を行なう場合に、光変調素子に第 2 のテスト信号を印加し、照明ムラのみを測定する。

【 0 0 2 8 】

上記の請求項 2 2 から請求項 3 2 の各請求項に係る画像表示装置によれば、コンパクトな画像表示装置を構成する。

【 0 0 2 9 】

上記の請求項 3 3 に係る画像表示方法によれば、画像を表示する前に、初期駆動信号に応じて光変調素子が射出する変調光に予め目標光強度を設定し、駆動信号に応じた変調光の光強度の測定結果から、各光変調素子の該目標光強度を有する変調光を射出するような駆動信号の値を求める。画像を表示する時に、求められた駆動信号を各光変調素子に印加し、各光変調素子を駆動し、輝度と色不均一性の無い高品質画像を表示する。

【 0 0 3 0 】

上記の請求項 5 2 に係る光変調素子調整装置によれば、測定手段と補正手段を設け、測定手段は、各変調素子からの変調光を測定し、各変調素子の変調特性（

駆動電圧－変調光強度（或は輝度））を求める。補正手段は、初期駆動信号に応じて光変調素子が射出する変調光に予め目標光強度を設定し、測定された各光変調素子の変調特性から、目標光強度を有する変調光を射出するような各光変調素子の駆動信号の値を求める。

【 0 0 3 1 】

上記の請求項 7 3 に係る画像表示装置によれば、ビット幅の大きい、即ち高精度の駆動信号データをビット幅の小さい駆動回路に入力する際に発生する量子化誤差を、駆動信号供給手段により、3 次元誤差拡散（フレーム内及びフレーム間）処理され、画像表示の不連続性を低減する。このように低ビット駆動回路を用いて高ビット駆動回路と同様の画質の画像を表示する。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照して述べる。

第 1 の実施形態

図 1 は、本実施形態の画像表示装置 1 の構成の一例を示す図である。画像表示装置 1 は、例えば、G L V からなる複数の変調素子を用いたプロジェクターである。

図 1 に示すように、画像表示装置 1 は光学系システム 1 a と信号処理部 9 と電源 9 0 とによって構成される。

光学系システム 1 a では、光源部 2 と、照明光学系 3 と、光変調部 4 と、空間フィルタ 5（S F T）と、光投射部 6 と、スクリーン 8 とを有する。

信号処理部 9 は、映像信号入力処理部 2 7（V S I P）と、素子駆動回路部 2 8（D R V）と、システム制御部 2 9（C P U）と、スキャン制御部 3 0（S C M C N T）とを有する。

次に、以上の各部分の機能について簡単に説明し、そして、画像表示装置 1 において各構成成分の配置図 2 を用いて、各構成成分の構成と動作を詳細に説明する。

【 0 0 3 3 】

光源部 2 は、例えば、赤（R）、緑（G）、青色（B）レーザダイオードから

なり、赤色、緑色、及び青色レーザビーム光を射出する赤色レーザ 2 1 R (L D (R)) と、緑色レーザ 2 1 G (L D (G)) と、青色レーザ 2 1 B (L D (B)) とを含む。これらのレーザダイオードは電源 9 0 (P W R) から給電され、それぞれの色のレーザビームを射出する。

照明光学系 3 は、赤色用照明光学系 2 2 R (L G (R)) と、緑色用照明光学系 2 2 G (L G (G)) と、青色用照明光学系 2 2 B (L G (B)) とを含み、1 次元に配列されている G L V の形状に合わせて、赤色レーザ 2 1 R と、緑色レーザ 2 1 G と、青色レーザ 2 1 B とから出射されたレーザ光の断面の形状を変換し、1 次元方向に集光する。

【 0 0 3 4 】

光変調部 4 は、それぞれ 1 次元に羅列されてアレイ化され、1 次元画像を表示する赤色用 G L V (Grating Light Valve : 回折格子ライト・バルブ) 2 3 R (G L V (R)) と、緑色用 G L V 2 3 G (G L V (G)) と、青色用 G L V 2 3 B (G L V (B)) と、色合成部 2 4 (M X) とを含む。

各 G L V は、例えば 1 0 8 0 画素を表示する 1 0 8 0 画素素子が 1 次元に配列してなり、画像信号に対応する駆動電圧の印加によって動作し、照明光学系 3 から射出されて、各 G L V に入射した 1 次元方向に集光した照明光を反射又は回折し、反射光、又は、0 次光、± 1 次光、± 2 次光等を含む回折光を射出する。即ち、各 G L V は画像信号に応じてレーザビームを変調する変調手段として機能する。

色合成部 2 4 (M X) は、赤色用 G L V 2 3 R と、緑色用 G L V 2 3 G と、青色用 G L V 2 3 B とで変調された赤色、緑色、及び青色の変調光を合成し、様々な色の変調光を生成し、カラー画像を表示する。

【 0 0 3 5 】

空間フィルタ 5 (S F T) は、G L V で生成された変調光のうち、強度が最も高く、画像表示に用いられる ± 1 次回折光を選択し、光学系を通過させ、画像表示に用いない他の成分を遮断する。

【 0 0 3 6 】

光投射部 6 は、光拡散部 (デイフューザ : diffuser) 7 (D I F F) と、投影

レンズ 25 (PJL) と、スキャンミラー 26 (SCM) とを含む。

光拡散部 7 は、±1 次回折光の断面を 1 次元方向に拡散し、線状の拡散光に変換する。投影レンズ 25 は、得られた 1 次元拡散光をスキャナーミラー 26 に投射する。スキャンミラー 26 は、例えばガルバノミラーからなり、映像信号に同期して回転し、1 次元拡散光をスクリーン 8 上に投射しながら、所定の方向に走査し、スクリーン 8 上に投射表示画像を形成する。

【0037】

信号処理部 9 において、映像信号入力処理部 27 では、例えば、DVD などの映像再生機器より入力された映像信号 VIDEO は、色差信号 YCbCr (Y Pb Pr) から RGB 信号に変換される。非線形特性 (γ 特性) が付加されているので、映像信号入力処理部 27 では、逆ガンマ補正処理で線形特性に変換した後に、照明光源の色再現範囲に対応させるために、色空間変換処理を実施される。そして、その処理された映像信号を素子駆動回路部 28 に入力する。

素子駆動回路部 28 は、映像信号入力処理部 27 から出力された信号を受け、所定のタイミングで GLV23R、GLV23G、GLV23B に印加し、GLV23R、GLV23G、GLV23B を駆動して、赤色レーザ 21R、緑色レーザ 21G、青色レーザ 21B から出射されたレーザ光を変調する。

スキャン制御部 30 は、スキャンミラー 26 の回転を駆動及び制御する信号をスキャンミラー 26 に出力する。

CPU 29 は、映像信号入力処理部 27 (VSIP) と、素子駆動回路部 28 (DRV) と、スキャン制御部 30 (SCMCNT) を制御し、素子駆動回路部 28 から GLV23R、GLV23G、GLV23B に印加する駆動電圧信号と、スキャン制御部 30 (SCMCNT) の出力信号と、及び GLV23R、GLV23G、GLV23B の動作タイミング並びにスキャンミラー 26 の回転タイミングとを同期させる。

【0038】

従って、画像表示装置 1 は、次のように動作して 2 次元カラー画像を表示する。

R、G、B の各光源 21R と、21G と、21B とから出射された三原色の光

が照明光学系 3 でそれぞれ 1 次元方向に集光され、各色用の G L V 2 3 R と、2 3 G と、2 3 B とに照射される。各色用の G L V における各画素素子は、素子駆動回路部 2 8 から印加された駆動信号に応じて入射光の回折状態を制御し、各色の照明光を変調する。変調された R, G, B の変調光は、色合成部 2 4 によって集光され、所望色の変調光を合成する。その後、空間フィルタ 5 で不要な変調光（± 1 次回折光以外）を取り除き、光拡散部 7 にて変調光は拡散光に変換される。得られた 1 次元変調拡散光は投影レンズ 2 5 を通過し、スキャンミラー 2 6 に入射される。スキャン制御部 3 0 から入力される回転駆動信号に従って、スキャンミラー 2 6 は映像信号 V I D E O 並びに素子駆動回路部 2 8 から各 G L V に印加した駆動信号に同期して、スクリーン 8 上に 1 次元変調拡散光を走査し、スクリーン 8 上に 2 次元カラー画像が形成される。

【 0 0 3 9 】

図 2 は、画像表示装置 1 における前述した各構成成分の配置の一例を示す図である。

図 2 に示すように、画像表示装置 1 において、緑色レーザ 2 1 G と青色レーザ 2 1 B は、紙面に平行する方向にレーザ光を射出するように配置されているのに対して、赤色レーザ 2 1 R は赤色レーザ光が紙面と直交するように配置されている。

【 0 0 4 0 】

次に、図 3 ～図 5 を参照して、画像表示装置 1 の中核となる 1 次元画像素子 G L V 2 3 R、2 3 G、2 3 B の構成と動作原理を説明する。記載の便宜上、必要な場合に G L V 2 3 R、2 3 G、2 3 B をまとめて符号 2 3 で表わす。

図 3 は、1 次元画像を表示する 1 次元 G L V 2 3 の部分模式的斜視図である。

図 3 に示すように、G L V 2 3 において、シリコン基板上のポリシリコン薄膜からなる共通電極 1 2 の上に、共通電極 1 2 と所定の間隔を保って、条带状（ストリップ）のリボン電極 1 0 a、1 1 a、1 0 b、1 1 b、1 0 c、1 1 c、1 0 d が形成されている。これらのリボン電極は、上面に反射膜（不図示）が形成されており、反射部材として作用する。

【 0 0 4 1 】

図3に示すように、リボン電極10a、10b、10c、10dに駆動電圧を印加された時に、リボン電極10a、10b、10c、10dと共通電極12の間に静電力が生じ、その静電力により、リボン電極10a、10b、10c、10dは駆動電圧に応じて、図3において上下方向に移動または変形し、リボン電極10a、10b、10c、10dの反射膜の高さが変化する。一方、リボン電極11a、11b、11cは位置を一定とされ、移動しない。

移動又は変形可能なリボン電極10a、10b、10c、10dは可動リボン電極、移動しないリボン電極11a、11b、11cは固定リボン電極と呼ぶ。

【0042】

リボン電極の代表的な寸法として、例えば、リボン電極の幅は3～4 μ m、隣接するリボン電極間ギャップは約0.6 μ m、リボン電極の長さは200～400 μ m程度である。

複数のリボン電極が1セットで1つの画素（ピクセル）に用いることができる、例えば、図3に示された隣接する6本のリボン電極10a、11a、10b、11b、10c、11cが1つの画素を表わすように用いることができる。この場合、1画素分の幅は約25 μ mである。

例えば、実用化されつつある1080画素を表示するGLVにおいては、図3の横方向に沿って、1080画素分のリボン電極が多数配置している。

【0043】

図4と図5は、GLV23の動作原理を説明する。

図4と図5は、図3に示すGLV23の横方向の断面図である。図4において、可動リボン電極10a、10b、10c、10dへの駆動電圧がOFF、固定リボン電極11a、11b、11cが接地されている。この状態はGLV23のOFF状態という。

駆動電圧はゼロであるので、可動リボン電極10a、10b、10c、10dが移動せず、すべてのリボン電極が共通電極12から一定の距離を保ち、同じ平面に位置する。

【0044】

この状態で照明光をリボン電極に入射すると、各リボン電極10a、11a、

10b、11b、10c、11c、10dにおいて反射された各反射光の全光路差は生じずに、0次（通常の反射方向）、±2次光など偶数次数の回折光のみが生じる。

画像表示装置1において、±1次回折光のみスクリーン8上に集光する構成であるため、上述のGLV23のOFF状態では、スクリーン8が黒になる。

【0045】

図5においては、可動リボン電極10a、10b、10c、10dに所定の駆動電圧が印加され、固定リボン電極11a、11b、11cが接地されている。

図5に示すように、駆動電圧が印加された可動リボン電極10a、10b、10c、10dが、静電力で共通電極12側に引き下げられる。

例えば、波長 λ が532nmである入射光に対して、印加された駆動電圧に応じて、可動リボン電極10a、10b、10c、10dが $\lambda/4$ 引き下げられた場合は、可動リボン電極は $\lambda/4 = 133\text{ nm}$ を移動する。可動リボン電極の移動量は $\lambda/4$ となるときは、1次光の回折効率が最大となる。

【0046】

この状態では照明光をリボン電極に入射すると、可動リボン電極10a、10b、10c、10dで反射される光束と固定リボン電極11a、11b、11cで反射される光束間の全光路差は半波長 $\lambda/2$ となる。これにより、GLV23が反射型回折格子として機能し、反射光束（0次光）同士は干渉して打ち消し合い、±1次光、±3次光など奇数次数を含む回折光が生じる。

GLV23R、23G、23Bで生成された各次数の回折光は、GLV23R、GLV23G、GLV23Bの空間周期により決められた各方向に進行し、即ち、空間的に変調される。これらの回折光は色合成フィルタ24aと24bからなる色合成部24で合成され、所望の色の光束を生成し、オフナーリレーミラー5aとシュリーレンフィルタ5bからなる空間フィルタ5では、±1次光以外の回折光は取り除かれる。残りの±1次光は光拡散部7（ディフューザ）で拡散され、投影レンズ25にてスキャンミラー26に投影される。スキャンミラー26は、回折光をスクリーン8上に偏向して1次元画像を形成し、また、画像信号に応じて回転しているスキャンミラー26は回折光及び1次元画像をスクリーン8

上に走査し、カラー画像を形成する。

【0047】

続いて、図2に示された画像表示装置1の他の構成成分について説明する。

前述したように、赤色用照明光学系22Rと、緑色用照明光学系22Gと、青色用照明光学系22Bとからなる照明光学系3は、1次元画像素子であるGLV23R、23G、23Bの形状に合わせて、赤色レーザ21R、緑色レーザ21G、青色レーザ21Bからの光ビームの断面の形状を変換して、GLV23R、23G、23Bに照射する。

図2に示すように、赤色用照明光学系22Rは、ラインジェネレータ・エキズパンダ45、緑色用照明光学系22Gは、ラインジェネレータ・エキズパンダ46と、ミラー48と、収束レンズ49と、青色用照明光学系22Bは、ラインジェネレータ・エキズパンダ41と、収束レンズ43と、ミラー44とをそれぞれ含む。

各ラインジェネレータ・エキズパンダ(line generator expander)は、2つの光学レンズからなり、線状に配列されたGLV23R、23G、23Bに照射する線状のレーザ光を形成する。

【0048】

図6(a)、及び(b)と(c)は、各レーザ光源21R、21G、21Bから射出され、照明光学系22R、22G、22Bに入射する前のレーザビームの断面形状、及び空間強度分布を示す。図6(a)、(b)、及び(c)において、x軸は、いずれのGLVにおける各リボン電極と平行する方向となっており、即ち、図5に紙面と直交する方向である。y軸はいずれのGLVの長手方向となっており、即ち、リボン電極の羅列方向に沿って、各リボン電極と垂直している。図6(b)と(c)において、軸Iは光強度を表わす。

各レーザ光源21R、21G、21Bから射出されたレーザビームの断面形状は、例えば、図6(a)の実線で示されているように、スポットとなっている。図6(a)において、ビームの形状と比較するために、GLV23R、23G、23Bのいずれかの位置が破線で示されている。

図6(b)は、いずれのGLVにおいてリボン電極と平行する方向での照明光

強度分布を示し、図 6 (c) は、いずれの G L V の長手方向での照明光強度分布を示す。

図 6 (a) ~ (c) に示すように、各レーザ光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B から射出され、照明光学系 3 に成形されていないレーザビームは、G L V 2 3 R、2 3 G、2 3 B のそれぞれの一部しか照射できず、照明光の強度分布は均一ではない。

【0 0 4 9】

図 7 (a)、及び (b) と (c) は、各レーザ光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B から射出され、照明光学系 2 2 R、2 2 G、2 2 B に成形された後に出射されたレーザビームの断面形状、及び空間強度分布を示す。図 7 (a)、(b)、及び (c) において、x 軸、y 軸、及び I 軸の定義は、図 6 と同様である。

図 7 (a) ~ (c) に示すように、各レーザ光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B からのレーザビームは、照明光学系 2 2 R、2 2 G、2 2 B に成形されて出射する。具体的に、レーザビームは、リボン電極方向においてリボン幅程度に収束され、G L V にのリボン電極の羅列方向において、全リボン電極を照明するように成形される。したがって、照明光学系 2 2 R、2 2 G、2 2 B から射出されたレーザビームの断面形状は、G L V の羅列方向に沿った線状になっており、G L V の全面に照射している。

G L V の各リボン電極はサイズが小さいので、照明光学系 2 2 R、2 2 G、2 2 B の射出された光束は、x 方向でのサイズが十分小さいものでなければならない。

【0 0 5 0】

ラインジェネレータ・エキズパンダ 4 1 が射出された線状青色レーザビームは、収束レンズ 4 3 に収束され、ミラー 4 4 に偏向され、G L V 2 3 B に集光される。ラインジェネレータ・エキズパンダ 4 6 が射出された線状緑色レーザビームは、ミラー 4 8 に偏向され、収束レンズ 4 9 に収束され、G L V 2 3 G に集光される。ラインジェネレータ・エキズパンダ 4 5 が射出された線状赤色レーザビームは、図示しない収束レンズとミラーに収束、偏向され、G L V 2 3 R に集光される。

【 0 0 5 1 】

空間変調器の機能を有する G L V 2 3 R、G L V 2 3 G、G L V 2 3 B は、各画素素子の各リボン電極が印加された駆動電圧に応じて変位することにより、入射されたレーザ光を変調して、0 次光、± 2 次光などの偶数次数の回折光、又は、± 1 次光、± 3 次光などの奇数次数の回折光を含む変調光を射出する。各次数の回折光は、G L V 2 3 R、G L V 2 3 G、G L V 2 3 B の空間周期により決められた各方向に進行し、即ち、空間的に変調される。

射出された各色の変調光は、色合成部 2 4 で混合され、所望の色のレーザ光を形成する。

色合成部 2 4 は、第 1 の色合成フィルタ 2 4 a と、第 2 の色合成フィルタ 2 4 b とから構成されている。

【 0 0 5 2 】

G L V 2 3 R で変調された赤色のレーザ光と、G L V 2 3 G で変調された緑色のレーザ光とが、第 1 の色合成フィルタ 2 4 a で先に色合成が行なわれる。

そして、G L V 2 3 B で変調された青色のレーザ光が、第 2 の色合成フィルタ 2 4 b において、第 1 の色合成フィルタ 2 4 a で合成されたレーザ光と合成される。

これで、3 つの G L V で変調された 3 色の変調光は色合成が行なわれる。

青色レーザの輝度が緑色及び赤色に比べて低いため、青色と緑又は赤色とそのまま合成を行なうと、輝度の相違により、青色の成分が緑色又は赤色によって弱められる。赤色と緑色とは輝度が近似しているので、輝度レベルの調整を行なうことなく、色合成を行なうことができる。

【 0 0 5 3 】

図 1 に示された空間フィルタ 5 は、図 2 に示されたように、対向した位置に設けられている凹面のオフナーリレーミラー 5 a と凸面ミラーからなるシュリーレンフィルタ 5 b とから構成される。

図 2 に示すように、第 2 の色合成フィルタ 2 4 b で合成されたレーザ光は凹面のオフナーリレーミラー 5 a に照射され、凹面のオフナーリレーミラー 5 a は、その照射光を凸面のシュリーレンフィルタ 5 b に反射させる。

凸面ミラーからなるシュリーレンフィルタ 5 b は、凹面のオフナーリレーミラー 5 a のフーリエ面に配置され、凹面のオフナーリレーミラー 5 a との曲率半径の比が 1:2 となっている。凹面のオフナーリレーミラー 5 a で反射された 0 次光、+2 次光、-2 次光、若しくは、+1 次光、-1 次光、並びに他の高次数の回折光は、シュリーレンフィルタ 5 b の凸面において、それぞれ異なる位置に収束する。シュリーレンフィルタ 5 b は、±1 次光以外の回折光を取り除き、±1 次光だけを光拡散部 7 に導く。

【0054】

図 8 (a)、(b) および (c) は、空間フィルタ 5 の原理を説明する模式図である。

図 8 (a) において、5 1 はオフナーリレーミラー 5 a の機能を表すレンズを示し、5 2 はシュリーレンフィルタの機能を表す反射面をそれぞれ示す。X は、レンズ 5 1 のフーリエ面である。

レンズ 5 1 に照射された各次数の回折光は、フーリエ面 X に設けられた反射面 5 2 に収束する。例えば、0 次光は位置 b に収束し、+1 次光と -1 次光は、位置 a と位置 c にそれぞれ収束する。

図 8 (b) に示すように、反射面 5 2 において、位置 a には開口部 5 5 が設けられており、0 次光を通過させる。反射面 5 2 の位置 a に対応する領域 5 6 a 及び位置 b に対応する領域 5 6 b は、+1 次光と -1 次光をそれぞれ反射させる。

±2 次光、または、±3 次光並びに他の高次数回折光は、反射面 5 2 において、位置 a と位置 c の両外側の位置、即ち、領域 5 7 a または 5 7 b に収束する。図 8 (b) に示すように、領域 5 7 a と 5 7 b には、開口部が設けられており、これらの高次数回折光を通過させる。

このように、シュリーレンフィルタ 5 b になる凸面反射面に、必要な回折光を反射させ、不必要な回折光を、その収束位置に開口部を設け、通過させることによって、空間フィルタ 5 は ±1 次光だけを取り出す。取り出された ±1 次光は、オフナーリレーミラー 5 a に反射される。

【0055】

図 2 に示すように、凹面のオフナーリレーミラー 5 a は、第 2 の色合成フィル

タ 2 4 b で合成されたレーザ光を、平板の反射ミラーより小さい反射角度で凸面のシュリーレンフィルタ 5 b に反射させる。凸面シュリーレンフィルタ 5 b は、 ± 1 次光を平板の反射ミラーより大きい反射角度でオフナーリレーミラー 5 a に反射させる。凹面のオフナーリレーミラー 5 a は、 ± 1 次光を平板の反射ミラーより小さい反射角度でミラー 5 0 に反射させる。

オフナーリレーミラー 5 a と凸面のシュリーレンフィルタ 5 b の配置により、 ± 1 次光を無収差で取り出すことができる。

図 8 (c) は、図 8 (b) における $Z Z'$ 方向に見た回折光の焦点位置を示す。図 8 (c) に示すように、各次数の回折光は、 $Z Z'$ 方向に収束点が分離しているものの、 $Z Z'$ 方向と直交する方向に、収束点は分離していない。

【 0 0 5 6 】

ミラー 5 0 は、変調光を光拡散部 7 に偏向する。光拡散部 7 は、図 9 (a) と (b) に図解したように、ミラー 5 0 から入射したレーザ光を、側面が幅の広い平行光 (図 9 (a))、上面が幅の狭い平行光図 (8 (b)) に拡散する。拡散された線状レーザ光は投射レンズ 2 5 に入射させる。投射レンズ 2 5 は、該拡散された線状レーザ光をスキャンミラー 2 6 に投射する。

スキャンミラー 2 6 は、例えば、ガルバノミラーからなり、上記線状レーザ光を前方のスクリーン 8 に投射し、一列の画素からなる 1 次元画像を形成する。また、スキャンミラー 2 6 は画像信号に応じて回転しており、1 次元画像をスクリーン 8 に走査し、2 次元画像を形成する。

【 0 0 5 7 】

本実施形態によれば、GLV を用いたプロジェクターである画像表示装置は、コンパクトにすることが可能である。また、質の良い表示色を合成でき、不必要な回折光を効率よく取り除き、画像表示に用いる回折光にノイズは少ないので、高品質のカラー映像を表示できる。

【 0 0 5 8 】

第 2 の実施形態

本実施形態に係る画像表示装置は、基本構成が図 1 と図 2 で図解した第 1 の実施形態に係る画像表示装置と同様である。

レーザ光源 2 1 R, 2 1 G, 2 1 B の照明条件の不均一性、及び 1 次元画像素子 G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B における各画素素子の変調特性にバラツキが存在するので、それらにより、表示される画像は色と輝度の不均一性が存在する。本実施形態は、その不均一性を検出して補正し、高画質の映像を表示可能な画像表示装置について述べる。

なお、本実施形態において、第 1 の実施形態の画像表示装置と同じ構成成分に同じ符号を用い、重複する説明を省略する。

【 0 0 5 9 】

照明条件が均一で、かつ G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B における各画素素子の変調特性にバラツキが存在しない場合は、上記に説明した画像表示装置において、画像信号を G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B の駆動回路に入力し、G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B を動作することによって、理想的な映像を表示できる。

しかし、実際に、G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B 自体の特性や駆動回路特性にバラツキが存在する。そのため入射光に対する均一にならず、画面上に横縞が発生し、輝度の不均一性が生じる。

また、照明条件に関しては、照明光学系を最適化しても、G L V 全体に亘って照明条件を均一することが困難であり、画面上に輝度と色表示の不均一性が生じる。

【 0 0 6 0 】

図 1 0 は、図 3 に示す G L V 2 3 の横方向の断面図である。

図 1 0 (a) と (c) において、6 本のリボン電極 1 0 a、1 1 a、1 0 b、1 1 b、1 0 c、並びに 1 1 c は G L V 2 3 の 1 画素素子を構成する。隣接するリボン電極 1 0 d、1 1 d、1 0 e は隣接する画素素子を構成するリボン電極である。図 3 ～図 5 と同じように、リボン電極 1 0 a、1 0 b、1 0 c、1 0 d、1 0 e が可動リボン電極、リボン電極 1 1 a、1 1 b、1 1 c、1 1 d は固定リボン電極である。

図 1 0 (b) と (d) は、図 1 0 (a) と (c) に示す G L V の動作状態に対応するスクリーン 8 上に形成された 1 次元画像の輝度分布を示す図である。

【0 0 6 1】

図 1 0 (a) は、駆動電圧が印加されていない時に、G L Vにおける各リボン電極の位置のバラツキを例示する図である。図 1 0 (b) は、可動リボン電極に駆動電圧が印加されていない時に、図 1 0 (a) の状態の G L Vに対応するスクリーン 8 上に 1 次元画像の輝度分布を示す図である。

図 1 0 (a) に示すように、駆動電圧が印加されていなくても、リボン電極 1 0 a と 1 0 d は、他のリボン電極と同じ平面に位置せず、それぞれ $\Delta D 1$ 、 $\Delta D 2$ の高低差がある。これにより、G L Vの各画素素子の変調特性に固有のバラツキが存在する。

駆動電圧が印加されていない場合は、照明光を G L V 2 3 に入射した時、理想的には、回折光が発生せず、スクリーン 8 上に黒が表示される。しかし、G L V のリボン電極の高低差により、僅かな回折光が発生し、スクリーン 8 の暗画面に、リボン電極 1 0 a と 1 0 d に対応する位置 i と j に意図しない明るいスポットが表示される。さらに、スキャンミラー 2 6 は該 1 次元画像を走査し、スクリーン 8 上に横縞が形成され、画面のコントラストが低下する。

【0 0 6 2】

図 1 0 (c) は、駆動電圧が印加された時に、G L Vにおける各リボン電極の位置のバラツキを例示する図である。図 1 0 (d) は、この場合図 1 0 (c) に示す状態の G L Vに対応するスクリーン 8 上に 1 次元画像の輝度分布を示す図である。

図 1 0 (c) に示すように、駆動電圧が印加された時は、リボン電極 1 0 c と 1 0 d は、意図せぬ位置に移動し、所望の位置とそれぞれ $\Delta Z 1$ 、 $-\Delta Z 2$ の高低差がある。スクリーン 8 上に、リボン電極 1 0 c と 1 0 d に対応する位置 k と l で輝度は、所望の輝度と一致せず、輝度のバラツキが生じる。同じように、スキャンミラー 2 6 は該 1 次元画像を走査し、スクリーン 8 上に横縞を形成してしまい、画質を劣化させる。

【0 0 6 3】

図 1 1 は、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) のレーザ 2 1 R、2 1 G、2 1 B に存在する照明条件の不均一性により、スクリーン 8 上の 1 次元画像におけ

る色と輝度の不均一性を例示する図である。G L V 2 3 R, 2 3 G, 2 3 Bの各々に照明条件が不均一であるので、画面上に輝度と色表示の不均一性が生じ、スキャンミラーの走査により、色と輝度の横縞が生じる。

【 0 0 6 4 】

このような画像素子と光源に固有な特性のバラツキや不安定による画面上に輝度と色の不均一性を解消するために、本実施形態において、光検出装置及び補正の演算を行なう回路とを設けて、その輝度と色の不均一性を予め測定して補正し、得られる最適化の結果をデータテーブルとしてメモリに記憶し、画像表示の際に用いる。

【 0 0 6 5 】

図 1 2 は、本実施形態の画像表示装置 1 0 1 の構成の一例を示す図である。

図 1 3 は、画像表示装置 1 0 1 における前述した各構成成分の配置の一例を示す図である。

図 1 3 に示すように、画像表示装置 1 0 1 において、光学系システム 1 0 1 a では、光源部 2 と、照明光学系 3 と、光変調部 4 と、空間フィルタ 5 (S F T) と、光投射部 6 と、スクリーン 8 とに加えて、光検出装置 1 5 が設けられている。

また、図 1 2 に示すように、信号処理部 9 において、映像信号入力処理部 2 7 (V S I P) と、素子駆動回路部 2 8 (D R V) と、システム制御部 2 9 (C P U) と、スキャン制御部 3 0 (S C M C N T) とに加えて、表示される色と輝度の不均一性を検出するために G L V 2 3 R、G L V 2 3 G、G L V 2 3 B にそれぞれテスト駆動電圧を印加するテスト信号生成部 3 1 と、光検出装置 1 5 で検出した信号を処理する検出信号処理部 3 2 (D S P) と、検出信号に基づいて、表示される色と輝度の不均一性を補正する最適な駆動電圧を求める補正回路部 3 3 が設けられている。

映像信号入力処理部 2 7 (V S I P) は、本発明の請求項における「初期駆動信号生成回路」に相当する。

素子駆動回路部 2 8 (D R V) は、本発明の請求項における「駆動回路」に相当する。

テスト信号生成部 3 1 と、検出信号処理部 3 2 (DSP) と、補正回路部 3 3 とは、本発明の請求項における「補正手段」に相当する。

【0066】

光検出装置 1 5 は、本実施形態において GLV における各画素素子の変調特性のバラツキ及び照明条件により表示された輝度と色の不均一性を検出する装置であり、図 1 2 に示すように、反射ミラー 1 6 と、例えば、積分球、或は、CCD 等からなる光センサ 1 7 とを含む。さらに、図 1 3 に示すように、反射ミラー 1 6 と光センサ 1 7 の間に偏向されたレーザ光を収束するレンズ 1 8 が設けられている。

反射ミラー 1 6 は、投影レンズ 2 5 から射出された変調光を光センサ 1 7 に偏向する。

光センサ 1 7、例えば、積分球を用いる場合は、入力した光を外部に漏出させないように積分球内部で反射し、入射された光の全てを集め、そのエネルギー、即ち、入射された光の光量を測定する。

反射ミラー 1 6 は、例えば、表示不均一性を予め測定する時のみ図 1 3 に示す位置に設置し、光路を変更する。実際に画像を表示する時に、反射ミラー 1 6 を外し、通常の光路になる。

光検出装置 1 5 は、本発明の請求項における「測定手段」に相当する。

【0067】

従って、画像表示装置 1 0 1 は、次のように動作して 2 次元カラー画像を表示する。

まず、予め表示される輝度と色の不均一性を測定して補正する。

図 1 4 はその流れを示すフローチャートである。

ステップ S 1 1 :

画像表示装置 1 0 1 における表示輝度と色の不均一性の測定を行なう。

ステップ S 1 2 :

レーザ光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B は、GLV 2 3 R、GLV 2 3 G、GLV 2 3 B に順次照射し、各 GLV の各画素素子について、テスト信号生成部 3 1 が例えば所定の最小電圧から所定の最大電圧値までのテスト信号を駆動信号として

照明されたGLVにおける全ての画素素子に印加する。光検出装置15が個々の画素素子から射出された変調光の光量を個別に測定する。

【0068】

ステップS13：

検出信号処理部32は、光検出装置15で測定された各画素素子からの変調光の信号について、ゲインの調整、A/D変換などの初期処理を施し、補正回路部33は、光検出装置15で測定された各画素素子からの変調光の光量を用いて、各画素素子による画像表示の輝度と色の不均一性を解析して検出し、所定の初期駆動電圧に対して、各色の各画素素子に印加する最適な駆動電圧を求める。求められた最適化した駆動電圧データのデータテーブルを作成し、表示装置101のメモリに記憶する。

実際に画像を表示する際に、記憶された駆動電圧のデータテーブルを用いて、GLVの各画素素子に印加する。

その後の画像表示の流れは、第1の実施形態と同様である。

【0069】

次に、本実施形態において、表示される輝度と色の不均一性を測定と補正する方法を説明する。

図15は、信号処理部9の詳細な構成を示すブロック図である。

図15において、映像信号入力処理部27は、逆 γ 補正回路69（IGC）と色空間変換回路70（CSC）を有し、例えば色差信号YC b C r（YP b P r）から変換されたRGB信号である映像信号VIDEOを処理する。

逆 γ 補正回路69は、RGB信号に付加されている非線形特性（ γ 特性）を、逆ガンマ補正処理で線形特性に変換する。

色空間変換回路70は、照明光源の色再現範囲に対応させるために、RGB信号について、色空間変換処理を実施する。このように処理された映像信号VIDEO補正回路部33に入力する。

【0070】

検出信号処理部32は、ゲイン調整回路61（GM）とA/D変換回路62とを有し、光センサ17で測定された各画素素子からの変調光の信号について初期

処理を施す。

ゲイン調整回路 61 は、検出された変調光信号について、レーザ光源 21R、21G、21B から射出された、異なる波長のレーザ光に対して、光センサ 17 における検出感度の相違を補正する。

A/D 変換回路 62 は、該補正した後の検出信号をデジタル信号に変換する。変換された検出データは、補正回路部 33 内のメモリ 63 に順次蓄積される。

【0071】

補正回路部 33 は、メモリ 63 と、補正值演算器 64 (CCAL) と、データテーブル記憶部 65 (LUT) と、選択回路 66 (SEL) とを有する。

GLV23R、GLV23G、GLV23B における全ての画素素子について変調光の測定を行ない、得られたデータをメモリ 63 に蓄積された後、補正值演算器 64 は、各画素素子の測定データを用いて、各画素素子の変調特性を求め、各 GLV の照明プロファイルを導出する。GLV ごとの各画素素子について、所定の初期駆動電圧に対して、各 GLV の照明プロファイルにおける輝度と色の不均一性がなくなるように、各 GLV の各画素素子に印加する最適な駆動電圧を求める。求められた最適化された駆動電圧データのデータテーブルを作成し、データテーブル記憶部 65 に記憶する。

【0072】

画像を表示する時に、データテーブル記憶部 65 記憶された補正後の駆動信号を素子駆動回路部 28 に出力し、画像表示を行なう。

選択回路 66 は、表示前に表示不均一性を測定及び補正する時にテスト信号生成部 31 から出力するテスト駆動信号と、画像を表示する時にデータテーブル記憶部 65 記憶された補正後の駆動信号とを切り替え、必要な方を選択する。

補正值演算器 64 における処理について、後程詳細に述べる。

【0073】

素子駆動回路部 28 は、D/A 変換回路 67 と、駆動回路 68 (DRV) を有する。D/A 変換回路 67 は、補正回路部 33 から出力されたデジタル駆動信号をアナログ信号に変換する。駆動回路 68 は、そのアナログ信号を GLV23R、GLV23G、GLV23B の所定の画素素子の各リボン電極に印加する

。GLV 2 3 R、GLV 2 3 G、GLV 2 3 Bは駆動信号に応じて動作し、赤色レーザ 2 1 R、緑色レーザ 2 1 G、青色レーザ 2 1 Bから出射されたレーザ光を変調する。

CPU 2 9は、信号処理部 9 の上記各構成成分の動作タイミングを制御する。

【0 0 7 4】

次に、図 1 4 におけるステップ S 1 2、即ち、表示される輝度と色の不均一性を測定する方法を説明する。

図 1 6 は、表示される輝度と色の不均一性を測定する処理を説明するフローチャートである。

ステップ S 2 1：

画像表示を行なう前に、ミラー 1 6 と光センサ 1 7 を設置し、輝度と色の不均一性を予め測定する。

ステップ S 2 2：

レーザ光源、例えば、赤色レーザ光源 2 1 R を点灯し、射出されたレーザ光は照明光学系 2 2 R で線形に成形され、GLV 2 3 R 全体に照射する。

【0 0 7 5】

ステップ S 2 3：

GLV 2 3 R の全ての画素素子の変調特性、即ち、駆動電圧と変調光の輝度の関係を順次測定する。

ある画素素子の変調特性を測定するために、テスト信号生成部 3 1 で生成したテスト信号を、駆動電圧信号として選択回路 6 6 を介して測定対象画素素子の駆動回路に入力し、該測定対象画素素子の各リボン電極に印加する。

【0 0 7 6】

図 1 7 (a) は、テスト信号生成部 3 1 が生成したテスト信号の波形を示す。

テスト信号生成部 3 1 が生成したテスト信号は、図 1 7 (a) に示すように、時間につれて、信号のレベル（相対値）は 0、1、…、2 5 4、2 5 5 というように徐々に変化する、いわゆる三角信号である。

測定対象画素素子が図 1 7 (a) に示された、レベル（相対値）が 0、1、…、2 5 4、2 5 5 というように変化する駆動信号にそれぞれ駆動されて、入射さ

れた赤色レーザー光を変調し、それぞれのレベルに応じた強度の回折光からなる変調光を射出する。

図 1 7 (a) に示したテスト信号は、本発明の請求項における「第 1 のテスト信号」に相当する。信号レベルの最小 (0) から最大 (2 5 5) までの変化範囲は本発明の請求項における「第 1 の変化範囲」に相当する。

レーザー光源 2 1 は G L V 2 3 R 全体に照射する場合に、該光源 2 1 は本発明の請求項における「第 1 の照明手段」に相当する。

【 0 0 7 7 】

光センサ 1 7 は、入射された変調光の強度を測定し、測定された変調光の強度を電気信号に変換して出力する。

変調光の強度は、G L V 2 3 R における 1 画素当たりのリボン電極間の段差による。該段差はリボン電極の固有の表面位置のバラツキと、駆動電圧の精度によるリボン電極の表面位置のバラツキに起因する。

図 1 7 (b) は、印加されたテスト信号の各レベルに対して、光センサ 1 7 が測定した変調光の強度に相当する出力信号のレベルである、いわゆる変調特性である。

図 1 7 (b) に示すように、テスト信号の電圧値が線形的に変化するのに対して、変調光の強度の変化は線形ではない。駆動電圧のレベルは小さい場合は、変調光の強度はゼロであり、駆動電圧のレベルがある値を越えると、変調光の強度は急に増大する。

【 0 0 7 8 】

図 1 8 は、光センサ 1 7 の感度の波長による変化を示す図である。図 1 8 に示すように、光センサ 1 7 は、異なる波長の光に対して、測定感度が異なる。即ち、強度が同一、波長が異なる入射光に対して、光センサ 1 7 の出力のレベルが変化する。従って、R、G、B 三色のレーザー光について、各 G L V の各画素素子の変調特性を測定する場合、測定結果を規格化する必要がある。

センサの波長感度差を補正するため、センサの波長感度を事前に測定し、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B から射出する光の波長の場合の規格係数 f_r 、 f_g 、 f_b を求めておく。そして、レーザー光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B を点灯する

場合の光センサ 17 の出力に対して、係数 f_r 、 f_g 、 f_b をそれぞれ掛け、光源毎の光センサ 17 のゲインを合わせる。

これによって、ある画素素子に所定の駆動電圧を印加し、該画素素子には同じ強度の R、G、B 三色の照明光を照射する場合は、光センサ 17 の出力（電圧値）が同じになる。

【0079】

図 15 に示された検出信号処理部 32 におけるゲイン調整回路 61 は、上記したゲイン合わせの処理を行なう。

A/D 変換回路 62 は、ゲイン調整回路 61 から出力されたアナログ信号をデジタルデータに変換し、256 個のデータを補正回路部 33 のメモリ 63 に記憶する。該 256 個のデータは測定対象画素素子の変調特性となる。

図 17 (b) が示した結果は、1 画素素子の変調特性の測定結果である。GLV23R は、例えば、1080 画素を表示する場合は、以上の測定を 1080 回繰り返し、GLV23R の 1080 画素素子について、同じように変調特性を測定し、得られた 1080×256 のデータをメモリ 63 に記憶する。

所定の 1 画素素子について測定を行なう場合、照明光を照射されないように、他の画素素子を遮光する。

【0080】

ステップ S24：

例えば、GLV23R の全ての画素素子の変調特性を測定した後に、レーザ光源 21R を消灯する。

ステップ S25：

レーザ光源 21G、または、21B についても、同じように処理を行ない、GLV23G、または、GLV23B の全部の画素素子の変調特性を測定する。

測定された GLV23G、GLV23B の全部の画素素子の変調特性のデータもメモリ 63 に記憶される。

GLV23R、GLV23G、GLV23B のそれぞれの全部の画素素子の変調特性データを、まとめて関数 $I_r(v, x)$ 、 $I_g(v, x)$ 、 $I_b(v, x)$ で表す。ここで、変数 v は、駆動電圧を表し、変数 x は、各画素素子の位置を

表し、画素素子を区別する変数である。 r 、 g 、 b は、赤、緑、青三色を表す。

【0081】

図19は、テスト信号のあるレベル $v1$ で、 $GLV23R$ 、 $23G$ 、 $23B$ の変調特性 $I_r(v1, x)$ 、 $I_g(v1, x)$ 、 $I_b(v1, x)$ の一例を示し、各 GLV において、各画素素子から射出された変調光の強度の変動を例示する。

図19に示すように、 $GLV23R$ 、 $23G$ 、 $23B$ の画素素子の配置方向に沿って、変調光の強度が大きく変動する。

$GLV23R$ 、 $23G$ 、 $23B$ から射出された変調光の強度は、各画素素子の各リボン電極の位置のバラツキ、及び、レーザ光源 $21R$ 、 $21G$ 、 $21B$ の強度による。特に、各レーザ光源は各 GLV の全画素に渡って照射光の強度は変動しており、均一ではない。さらに、この照明光の強度分布は経時変化や温度変化をする。

【0082】

メモリ63に記憶された $GLV23R$ 、 $GLV23G$ 、 $GLV23B$ の全ての画素素子の変調特性データは、補正回路部33における補正值演算器64において解析されて、表示される輝度と色の不均一性を解消する。

図20は補正值演算器64の構成を示す。

補正值演算器64は、 $GLV23R$ 、 $23G$ 、 $23B$ の変調特性 $I_r(v, x)$ 、 $I_g(v, x)$ 、 $I_b(v, x)$ の値を電圧値から輝度値 $IY_r(v, x)$ 、 $IY_g(v, x)$ 、 $IY_b(v, x)$ に変換する電圧／輝度変換部81(L/V)と、上記輝度関数 $IY_r(v, x)$ 、 $IY_g(v, x)$ 、 $IY_b(v, x)$ を解析する輝度分布解析部82(LDA)と、所望の変調特性関数を生成する理想変調特性関数生成部83(IV0)と、乗算器84と、駆動信号の補正を行ない、補正データテーブルを生成する補正テーブル生成部85a、85b、85c(CTG)と、駆動信号の補正データテーブルを書き込むデータテーブル記憶部86a、86b、86cと(LUT__R, LUT__G, LUT__B)を有する。

【0083】

次に、図21のフローチャートを参照しながら、補正值演算器64の動作を説

明する。

ステップ S 3 1 :

R, G, B レーザ光源について、G L V 2 3 R, 2 3 G, 2 3 B それぞれの全画素の変調特性 $I_r(v, x)$ 、 $I_g(v, x)$ 、 $I_b(v, x)$ を測定し、メモリ 6 3 に記憶した後に、補正回路部 3 3 において、その測定データを処理し、補正を行なう。

【0 0 8 4】

ステップ S 3 2 :

測定された G L V 2 3 R, 2 3 G, 2 3 B の変調特性 $I_r(v, x)$ 、 $I_g(v, x)$ 、 $I_b(v, x)$ は電圧値であり、補正值演算器 6 4 で、電圧／輝度変換部 8 1 は、それら電圧値を輝度に変換する。

【0 0 8 5】

具体的に、まずは、目標とする白色光を実現するために、R, G, B 三原色の混合比 R_c 、 G_c 、 B_c を求める。

R, G, B 3 原色の各三刺激値を $R(X_r, Y_r, Z_r)$ 、 $G(X_g, Y_g, Z_g)$ 、 $B(X_b, Y_b, Z_b)$ 、白の三刺激値を $W(X_w, Y_w, Z_w)$ とすると、白色を実現ための三原色の混合量 R_c 、 G_c 、 B_c と各三刺激値の関係は下記の式 (1) で定義される。

【0 0 8 6】

【数 1】

$$\begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_r & X_g & X_b \\ Y_r & Y_g & Y_b \\ Z_r & Z_g & Z_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

【0 0 8 7】

本実施形態に用いる R, G, B レーザ光源の三刺激値および、白 (色温度 6 5 0 0 K) の三刺激値は、例えば、下記のような値となる。

R (0. 4 1 2 1、 0. 1 5 9 6、 0. 0 0 0 0)、

G (0. 1 8 9 1、 0. 8 8 5 0、 0. 0 3 6 9)、

B (0. 3 0 8 9、 0. 0 5 2 6、 1. 7 2 0 9)、

W (0 . 9 5 0 5 , 1 . 0 0 0 0 , 1 . 0 8 9 0) 。

白を実現するための R , G , B 三原色の混合量は式 1 に上記値を代入することによって下記の式 (2) のように求められる。

【 0 0 8 8 】

【数 2】

$$\begin{bmatrix} 0.9505 \\ 1.0000 \\ 1.0890 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4121 & 0.1891 & 0.3089 \\ 0.1596 & 0.8850 & 0.0526 \\ 0.0000 & 0.0369 & 1.7209 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

【 0 0 8 9 】

【数 3】

$$\begin{bmatrix} R_c \\ G_c \\ B_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4121 & 0.1891 & 0.3089 \\ 0.1596 & 0.8850 & 0.0526 \\ 0.0000 & 0.0369 & 1.7209 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0.9505 \\ 1.0000 \\ 1.0890 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.4648 \\ 0.8292 \\ 0.6510 \end{bmatrix} \quad (3)$$

【 0 0 9 0 】

上記混合量は、上記三刺激値を持つ 3 原色にて色温度 6 5 0 0 K の白を輝度 Y = 1 で実現するために必要なレーザーパワーの比をあらわしている。即ち、R c : G c : B c = 1 . 4 6 4 8 : 0 . 8 2 9 2 : 0 . 6 5 1 0 。

光センサ 1 7 にて各色の変調光量 [W] を測定した結果 I r (v , x) , I g (v , x) , I b (v , x) は、図 1 9 に示されたものである。

かかる G L V から射出される変調光を全部混合する場合に実現可能な白の輝度を Y w r , Y w g , Y w b で表わし、下記の式 4 のように求められる。

【 0 0 9 1 】

【数 4】

$$Y_{wr} = I_r(v, x) / R_c$$

$$Y_{wg} = I_g(v, x) / G_c$$

$$Y_{wb} = I_b(v, x) / B_c$$

(4)

【 0 0 9 2 】

前述したように、光センサ 1 7 が図 1 8 に示されたような波長感度を持ってい

る。また、光センサ 17 は、幾何学条件により、測定効率は 100% ではない。これらの効果を補正する必要がある。具体的には、予め光センサ 17 の受光面積や波長感度による測定量の変化を反映する輝度変換係数 K_r 、 K_g 、 K_b を求め、上記輝度関数 Y_{wr} 、 Y_{wg} 、 Y_{wb} に掛け、補正する。

従って、補正後の実現可能な白色の輝度 I_Y は次の式 5 のようになる。

【数 5】

$$\begin{aligned} I_{Yr} &= K_r \times Y_{wr} = K_r \times I(v, x) / R_c \text{ (ルーメン)} \\ I_{Yg} &= K_g \times Y_{wg} = K_g \times I_g(v, x) / G_c \text{ (ルーメン)} \\ I_{Yb} &= K_b \times Y_{wb} = K_b \times I_b(v, x) / B_c \text{ (ルーメン)} \end{aligned} \quad (5)$$

【0093】

図 22 は、図 19 に示された駆動電圧 $v = v_1$ の時の変調特性の分布（光量—画素位置）を、電圧／輝度変換部 81 において以上のように処理して得られた輝度特性（または、輝度プロファイル、即ち輝度と画素位置の関係） I_{Yr} 、 I_{Yg} 、 I_{Yb} を示す。

ステップ S33：

輝度分布解析部 82 は、輝度特性（輝度—画素位置） I_{Yr} 、 I_{Yg} 、 I_{Yb} を解析し、各駆動電圧 v に対して、 $I_{Yr}(v, x)$ 、 $I_{Yg}(v, x)$ 、 $I_{Yb}(v, x)$ の共通の最小値 I_{Y0} を探し、その値を補正回路 33 で補正を行なった後に、実現可能な白の最大輝度 I_{Ymax} となる。

I_{Y0} より大きい白の輝度は、 $GLV23R$ 、 $23G$ 、 $23B$ の中に、その輝度を実現できない画素素子は必ず存在するからである。

図 22 には、 $I_{Yr}(v, x)$ 、 $I_{Yg}(v, x)$ 、 $I_{Yb}(v, x)$ の共通の最小値 I_{Y0} は、 $I_{Yb}(v, x)$ の最小値となる。即ち、 $I_{Yb}(v, x)$ が白を実現する上で拘束条件になり、 $I_{Yb}(v, x)$ の最小値 I_{Y0} が実現可能な白の最大輝度 I_{Ymax} になる。

【0094】

ステップ S34：

前述したように、画像入力機器によって入力映像信号 VIDEO が特有の γ 特

性を有する、即ち、入力信号を x ($0 < x < 1$)、出力信号を y ($0 < y < 1$) とすると、 $y = x^\gamma$ の関係が成立する。例えば、通常テレビの場合、 $\gamma = 2.2$ である。

入力映像信号 VIDEO の γ 特性に応じて、GLV23R, 23G, 23B の画素素子には、理想的な変調特性が存在する。ここで、GLV23R, 23G, 23B の入力映像信号 VIDEO の γ 特性に応じた変調特性を関数 $IV(t)$ で表わし、全部画素素子の理想的な変調特性 $IT(v)$ は、 $IV(t)$ と以上に求めた白の最大輝度 IY_{max} との積になる、即ち、 $IT(v) = IY_{max} \times IV(v)$ となる。以降、理想的な変調特性 $IT(v)$ を目標変調特性と呼ぶ。 $IV(t)$ は、ユーザにより指定可能である。

補正值演算器 64 において、輝度分布解析部 82 は実現可能な白の最大輝度 IY_{max} を出力し、理想変調特性関数生成部 83 は、ユーザが指定した理想変調特性関数 $IV(t)$ を出力し、乗算器 84 において、関数 IY_{max} と関数 $IV(t)$ を乗算し、その乗算の結果は目標変調特性 $IT(v)$ となる。

図 23 は、このように求められた目標変調特性 $IT(v)$ の一例を示す。

【0095】

ステップ S35:

補正テーブル生成部 85a、85b、85c は、算出した図 23 に示された目標変調特性 $IT(v)$ と実際に測定した画素毎の変調特性 $IY_r(v, x)$ 、 $IY_g(v, x)$ 、 $IY_b(v, x)$ (図 17(b)、図 19) に基づいて、表示される輝度と色の不均一性を無くすように、R、G、B 照明毎にかつ画素素子毎に、駆動信号の補正を行ない、駆動信号の補正テーブルを RGB 照明毎に作製する。

【0096】

図 24 は本実施形態の表不均一性を補正する方法を示している。

図 24(a) は上記に算出した目標変調特性 $IT(v)$ 、図 24(b) は実際に測定された変調特性 $IY_r(v)$ 、または、 $IY_g(v)$ 、または、 $IY_b(v)$ を示している。図 24(a) と (b) において、横軸は駆動電圧、縦軸は変調光の輝度を表わしている。

表示不均一性を補正するために、補正テーブル生成部 85 a、85 b、85 c は、図 24 (a) に示す目標変調特性 $I_T(v)$ の曲線上に、表示不均一性が存在しない場合に各画素素子に印加すべき所定の初期駆動電圧 V_{in} に対して、対応する目標輝度値 Y を求める。

次に、図 24 (b) において、測定された変調特性、例えば、 $I_{Yr}(v)$ の曲線上に、目標輝度値 Y を発生するために印加すべき駆動電圧 V_{out} を画素毎に求める。

このようにして、輝度値 Y を実現するために、画素素子 N , M , L … の駆動電圧がそれぞれ V_{out_n} , V_{out_m} , V_{out_l} … となる。

【0097】

即ち、図 25 に示すように、所定の初期駆動電圧 V_{in} に対して、画素素子 N , M , L が同じ輝度値 Y を表示するように、画素素子 N , M , L に印加する駆動電圧は V_{out_n} , V_{out_m} , V_{out_l} に補正された。

このように得られた GLV_{23R} , $23G$, $23B$ の全部の画素素子の補正後の駆動電圧は、データテーブル記憶部 86 a、86 b、86 c に書き込まれ、補正処理は完了する。

【0098】

以後入力される画像信号は、データテーブル記憶部 86 a、86 b、及び 86 c にて、画素素子および駆動信号レベル毎に随時駆動信号が補正され、輝度と色の不均一性が補正され、高品質の映像が出力される。

図 26 は、図 22 と対比して、輝度と色の不均一性が補正された後の輝度プロファイルを示す。

図 26 に示すように、補正後の駆動電圧を印加した後に、レーザ光源 $21R$, $21G$, $21B$ の輝度プロファイル I_{Yr} と、 I_{Yg} と、 I_{Yb} とが同一になり、色温度 6500 K (I_{Yb} ブルーメン) の白を正しく実現できる。

【0099】

本実施形態によれば、画素毎に照明条件の不均一性、及び画素素子特性のバラツキを補正した補正駆動信号によって GLV を駆動するため、画面上に輝度と色の不均一性の無い高品質な映像を提供できる。

【0 1 0 0】

第 3 の実施形態

本実施形態に係る画像表示装置の基本構成が図 1 2、図 1 3 及び図 1 5 で図解した第 2 の実施形態に係る画像表示装置と同様である。ただし、本実施形態において、色と輝度の不均一性の補正方法は第 2 の実施形態と異なる。それに伴い、駆動電圧の補正值を算出する補正值演算器の構成は、第 2 の実施形態における補正值演算器 6 4 と異なる。本実施形態の補正值演算器を符号 6 4 b で表わす。

本実施形態において、1 次元画像素子 G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B における各画像素子の変調特性のバラツキ（照明条件の不均一性を含まない）を事前に測定し、レーザ光源 2 1 R, 2 1 G, 2 1 B の照明条件の不均一性をプロジェクター動作直前に測定する。この 2 回の測定結果に基づいて、駆動電圧の補正データテーブルを作成する。

【0 1 0 1】

G L V のリボン電極間の固有の段差は、例えば、製造工程の不安定性や、駆動信号の誤差によるものであり、経時変化や温度変化は生じない。一方、光源は、照明条件の不均一性には経時変化や温度変化があり、事前に測定した結果は、時間を経つと適用できない可能性がある。そのため、両方を独立して、照明の影響を含まない素子の変調特性を先に測定し、使用する直前に照明の不均一性を測定する方法は、光源の動作条件の経時変化に対応できる。

本実施形態に係る画像表示装置の図解を省略し、なお、第 1 と第 2 の実施形態の画像表示装置と同じ部分に同じ符号を用い、重複する説明を省略する。

【0 1 0 2】

図 2 7 は、本実施形態の画像表示装置において、画像素子の変調特性のバラツキと照明条件の不均一性を測定し、駆動電圧の補正を行なう処理の全体の流れを示すフローチャートである。

ステップ S 4 1 :

事前に、例えば、別個の調整装置を用いて、レーザ光を G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B における個々の画像素子に照射し、個々の画像素子の変調特性（照明条件の不均一性を含まない）を測定する。

ステップ S 4 2 :

本実施形態の画像表示装置によって画像を表示する直前に、本実施形態の画像表示装置におけるレーザ光源 2 1 R、2 1 G、2 1 B を順次点灯し、G L V 2 3 R、G L V 2 3 G、G L V 2 3 B に順次照射し、各 G L V の個々の画素素子について、テスト信号生成部 3 1 が高いレベルのテスト信号を駆動信号として各 G L V に順次印加し、光検出装置 1 5 がテスト信号を印加された画素素子から射出された変調光の光量を測定し、照明条件の不均一性（照明プロファイル）を得る。

【0 1 0 3】

ステップ S 4 3 :

補正回路部 3 3 は、測定された各画素素子からの変調特性と照明プロファイルを処理し、所定の初期駆動電圧に対して、各色の各画素素子に印加する最適な駆動電圧を求める。求められた最適化した駆動電圧データのデータテーブルを作成し、メモリに記憶する。

そして、画像を表示する際に、記憶された駆動電圧のデータテーブルを用いて、G L V の各画素素子に印加する。

その後の画像表示の流れは、第 1 と第 2 の実施形態と同様である。

【0 1 0 4】

次に、図 2 7 の各ステップについて説明する。

図 2 8 は、事前に、G L V 2 3 R、G L V 2 3 G、G L V 2 3 B における個々の画素素子の変調特性（照明条件の不均一性を含まない）を測定する変調素子調整装置 2 0 1 の構成の一例を示している。

変調素子調整装置 2 0 1 は、R、G、B レーザ光源を含む光源 2 0 2、光源 2 0 2 からのレーザ光を成形する照明光学系 2 0 3、該レーザ光を偏向して画素毎に G L V 2 0 5 に入射させるミラー 2 0 4 a と、照射された画素素子から射出された変調光を偏向するミラー 2 0 4 b と、変調光を結像する投影レンズ 2 0 6 と、変調光に含まれる 1 次回折光を取り出し、他の次数の回折光を取り除く空間フィルタ 2 0 7 と、光検出器 2 1 7 とを有する。

【0 1 0 5】

変調素子調整装置 2 0 1 において、照明光学系 2 0 3 は、光源 2 0 2 から射出

された単色レーザ光をビームスポットが点状となるように成形して、GLV204を画素ごとに照射する。照射されている画素素子に図17(a)に示されたテスト信号を印加し、入射光を変調する。射出された変調光を光センサ217で測定し、該画素素子の変調特性を測定する。ここで、1画素範囲内に照明光の強度変動がないと仮定する。

空間フィルタ207は、第1と第2の実施形態における空間フィルタ5と同様である。また、GLV204は、赤色、緑色、青色用の3つのGLVを含み、それぞれをGLV204R, GLV204G, GLV204Bで示す。

図示していないが、変調素子調整装置201に、GLVデバイスを固定して照明位置を1画素ずつ調整する位置固定装置が設けられている。

GLVデバイスには、変調素子調整装置201に搭載時と画像表示装置搭載時の最適な照明位置が一致するように、位置合わせ用マークが設けられている。変調素子調整装置201で測定をする時に、そのマークに応じて、GLVデバイスと照明の位置が位置固定装置によって調整される。

光源202及び照明光学系203は、本発明の請求項における「第2の照明手段」に相当する。

【0106】

次に、画素素子の変調特性（照明条件の不均一性を含まない）を事前に測定する方法を説明する。

図29は、画素素子の変調特性（照明条件の不均一性を含まない）を事前に測定する処理を説明するフローチャートである。

ステップS51：

例えば、プロジェクターに組み込む前に、予め駆動回路特性を含むGLVデバイスの変調特性を測定する。GLV204をセットし、上記のように位置調整後に、光センサ217を測定画素の結像位置に移動し、測定を開始する。

ステップS52：

光源202、例えば、赤色レーザ光源を点灯し、射出されたレーザ光は照明光学系203で成形され、GLV204Rに照射する。

【0107】

前述したように、GLV204の1画素素子（6本のリボン電極からなる）の代表的な寸法は、幅が約 $25\mu\text{m}$ 、長さが約 $200\sim 400\mu\text{m}$ である。従って、GLV204の1画素素子に照射するビームスポットは、例えば、 $25\mu\text{m}\times 500\mu\text{m}$ にすれば、GLV204を画素ごとに照射できる。

位置固定装置は光ビームの照明位置をGLV上に移動し、1画素ずつ調整する。

【0108】

ステップS53：

GLV204の各画素素子の変調特性、即ち、駆動電圧と変調光の輝度の関係を順次測定する。

画素素子の変調特性を測定するために、第2の実施形態と同じように、図30（a）に示されたテスト信号を駆動電圧信号として該画素素子の駆動回路に入力し、各リボン電極に印加する。

該画素素子は、入射されたレーザ光を変調し、印加された駆動電圧の各レベルに応じた強度の回折光（変調光）を射出する。

【0109】

光センサ217は、射出された変調光の強度を測定する。図30（b）は、測定された変調特性を例示する。

そして、第2の実施形態で示された検出信号処理部32におけるゲイン調整回路61は、光センサ217の出力信号に対して、ゲイン合わせの処理を行ない、A/D変換回路62は、ゲイン調整回路61から出力されたアナログ信号をデジタルデータに変換し、1画素素子について256個のデータからなる測定変調特性を補正值演算器64bのメモリ282に記憶する。

GLV204、具体的に、GLV204Rは、例えば、1080画素を表示する場合、以上の測定を検出器の位置を移動させながら1080回繰り返し、GLV204Rの1080画素素子のそれぞれの変調特性を測定する。得られた 1080×256 のデータをメモリ282に記憶する。

【0110】

ステップS54：

例えば、GLV 2 0 4 Rの全ての画素素子の変調特性を測定した後に、点灯されて入る赤色レーザを消灯する。

ステップ S 5 5 :

緑色レーザ光源と青色レーザ光源についても、同じように処理を行ない、GLV 2 0 4 GとGLV 2 0 4 Bの全部の画素素子の変調特性を測定する。

測定されたGLV 2 0 4 GとGLV 2 0 4 Bの全部の画素素子の変調特性のデータもメモリ 2 8 2 に記憶される。

GLV 2 0 4 R、GLV 2 0 4 G、及びGLV 2 0 4 Bのそれぞれの全部の画素素子の変調特性データをまとめて関数 $I_{sr}(v, x)$ 、 $I_{sg}(v, x)$ 、 $I_{sb}(v, x)$ で表す。ここで、変数 v は、駆動電圧を表し、変数 x は、各画素素子の位置を表し、画素素子を区別する変数である。 r 、 g 、 b は、赤、緑、青三色を表す。

【0 1 1 1】

図 3 1 は、テスト信号のあるレベル v_1 で、GLV 2 0 4 R、GLV 2 0 4 G、及びGLV 2 0 4 Bの変調特性 $I_{sr}(v_1, x)$ 、 $I_{sg}(v_1, x)$ 、 $I_{sb}(v_1, x)$ の一例を示し、各GLVにおいて、各画素素子から射出された変調光の強度の変動を例示する。

図 3 1 に示すように、画素素子変調特性のバラツキにより、GLV 2 0 4 R、GLV 2 0 4 G、及びGLV 2 0 4 Bの画素素子の配置方向に沿って変調光の強度が大きく変動する。

ここで示しされている変調特性 $I_{sr}(v_1, x)$ 、 $I_{sg}(v_1, x)$ 、 $I_{sb}(v_1, x)$ の変動は、各画素素子及び駆動回路に固有のバラツキによるものであり、光源 2 0 2 の照明プロファイルの影響が含まれていない。

【0 1 1 2】

次に、画像表示直前に照明プロファイルを単独に検出する方法を説明する。この時、GLVデバイスを画像表示装置に搭載し、図 1 2 に示されたように、画像表示装置に光検出装置 1 5 を設けて、画像表示装置に配置された光源 2 1 R、2 1 G、2 1 Bの照明プロファイルを測定する。

ここで測定する照明プロファイルは、画素素子に固有の変調特性（駆動回路の

影響を含む) のバラツキの影響は含まれていない。

しかし、画素素子の変調特性を単独に測定することが可能であることに対して、照明プロファイルを単独に測定することが容易にできない。何故なら、GLV全体を照明すると、照明不均一性の影響が、画素素子に固有の変調特性(駆動回路の影響を含む) のバラツキによる影響と必ず併存するからである。従って、画素素子による表示不均一性が存在する限り、照明プロファイルを単独に測定することができない。

【0113】

しかし、近似的に照明プロファイルを単独に測定する方法がある。

前述したように、可動リボン電極の最大の変位量が $\lambda/4$ である。ここで、 λ は入射光の波長である。例えば、本実施形態で用いられるR、G、B光源の場合は、赤色(R) : $\lambda = 650 \text{ nm}$ 、緑色(G) : $\lambda = 532 \text{ nm}$ 、青色(B) : $\lambda = 460 \text{ nm}$ となっており、各照明光に対して、可動リボン素子の最大移動量 $\lambda/4$ はそれぞれ162.5 nm、133 nm、115 nmとなる。

一方、リボン電極の表面固有の凹凸や、駆動回路によるリボン電極表面の位置のバラツキは通常数nm程度である。従って、可動リボン素子を最大距離で変位させる場合は、リボン電極自身の凹凸及び駆動信号による凹凸がGLVの変調効果に影響は十分小さいものと考えられ、無視できる。

従って、図32に示すように、駆動信号として、レベルが240～255の範囲に変化するテスト信号をGLVに印加して動作させ、変調光を光センサ17で測定し、各画素素子の照明プロファイル、即ち、輝度と画素(位置)の関係 $P_r(x)$ 、 $P_g(x)$ 、 $P_b(x)$ を測定できる。

実際に、テスト信号が240～255の範囲では、変調光の光量が単調に増加しない。そこで、テスト信号が240～255の範囲で測定された輝度の最大値を照明プロファイルの値とする。

図32に示したレベルが240～255の範囲に変化するテスト信号は、本発明の請求項における「第2の範囲に変化する第2のテスト信号」に相当する。

【0114】

図33は、画像表示直前に照明プロファイルを単独に検出する処理を説明する

フローチャートである。

ステップ S 6 1：

画像表示を行なう直前に、図 1 2 に示すミラー 1 6 と光センサ 1 7 を設置し、照明プロファイルを測定する。

ステップ S 6 2：

レーザ光源、例えば、赤色レーザ光源 2 1 R を点灯し、射出されたレーザ光は照明光学系 2 2 R で線形に成形され、G L V 2 3 R 全体に照射する。

【0 1 1 5】

ステップ S 6 3：

G L V 2 3 R の個々の画素素子について、変調光の強度を測定する。

そのために、テスト信号生成部 3 1 が図 3 2 に示されたようなテスト信号を生成し、駆動電圧信号として選択回路 6 6 を介して測定対象画素素子の駆動回路に入力し、該測定対象画素素子の各リボン電極に印加する。

図 3 2 に示されたテスト信号は、レベル（相対値）が 2 4 0 ～ 2 5 5 の範囲で変化する。

【0 1 1 6】

測定対象画素素子は、入射された赤色レーザ光を変調し、G L V 2 3 R は変調光を射出する。光センサ 1 7 は、上記テスト信号の各レベルに対応する変調光の強度を測定する。

図 1 5 に示された検出信号処理部 3 2 におけるゲイン調整回路 6 1 は、光センサ 1 7 からの出力信号について、光センサの波長感度の変化を補正するために、ゲイン合わせの処理を行なう。A / D 変換回路 6 2 はその信号をデジタルデータに変換し、テスト信号の 2 4 0 ～ 2 5 5 の各レベルに対応するデータを該画素素子の照明プロファイルデータとして補正回路部 3 3 のメモリ 6 3 に記憶する。

例えば、G L V 2 3 R は 1 0 8 0 画素素子から構成される場合は、以上の測定を 1 0 8 0 回繰り返す、G L V 2 3 R の 1 0 8 0 画素素子について、同じように測定を行ない、得られた照明プロファイルデータをメモリ 6 3 に記憶する。

なお、測定が行なわれた画素素子を除き、他の画素素子を遮光する。

【0 1 1 7】

ステップ S 6 4 :

例えば、GLV 2 3 Rの全ての画素素子について測定を終了した後に、レーザ光源 2 1 Rを消灯する。

ステップ S 6 5 :

レーザ光源 2 1 G、または、2 1 Bについても、同じように処理を行ない、GLV 2 3 G、または、GLV 2 3 Bの全部の画素素子について測定を行なう。

測定されたGLV 2 3 G、GLV 2 3 Bの各画素素子の照明プロファイルデータもメモリ 6 3に記憶される。

GLV 2 3 R、GLV 2 3 G、GLV 2 3 Bのそれぞれの全部の画素素子の照明プロファイルデータデータを、まとめて関数 $I Q_r(v, x)$ 、 $I Q_g(v, x)$ 、 $I Q_b(v, x)$ で表す。ここで、変数 v は、駆動電圧を表し、変数 x は、各画素素子の位置を表し、画素素子を区別する変数である。 r 、 g 、 b は、赤、緑、青三色を表す。

ステップ S 6 6 :

レーザ光源 2 1 R、2 1 G、2 1 Bに対して、GLV 2 3 R、GLV 2 3 G、GLV 2 3 Bの全ての画素素子について測定を行なった後に、照明プロファイルの測定を終了する。

【0118】

メモリ 6 3に記憶されたGLV 2 3 R、GLV 2 3 G、GLV 2 3 Bの全ての画素素子の照明プロファイルデータは、補正回路部 3 3における補正值演算器 6 4 bにおいて解析される。

図 3 4は補正值演算器 6 4 bの構成を示す。

補正值演算器 6 4 bは、電圧輝度変換 2 8 1 (L/V) と、画素素子の変調特性データを格納するメモリ 2 8 2 と、所望の変調特性関数を生成する理想変調特性関数生成部 2 8 3 ($I V 0$) と、乗算器 2 8 4 a、2 8 4 b、2 8 4 c、2 8 4 d と、輝度分布解析部 2 8 7 (LDA) と、補正テーブル生成部 2 8 5 a、2 8 5 b、2 8 5 c (CTG) と、データテーブル記憶部 2 8 6 a、2 8 6 b、2 8 6 c と (LUT_R , LUT_G , LUT_B) を有する。

【0119】

次に、図 35 のフローチャートを参照して、補正值演算器 64b の動作を説明する。

ステップ S71:

R, G, B レーザ光源について、GLV23R, 23G, 23B それぞれの全画素の照明プロファイルデータ $I Q_r(v, x)$ 、 $I Q_g(v, x)$ 、 $I Q_b(v, x)$ を測定し、メモリ 63 に記憶した後に、補正回路部 33 において、その測定データを処理し、補正を行なう。

【0120】

ステップ S72:

電圧輝度変換／輝度分布解析部 281 は、照明プロファイルデータ $I Q_r(v, x)$ 、 $I Q_g(v, x)$ 、 $I Q_b(v, x)$ を解析し、各画素素子について、照明プロファイルデータの最大値を抽出し、該画素素子の照明プロファイルの値とし、光源 21R, 21G, 21B の照明プロファイル $I P_r(x)$ 、 $I P_g(x)$ 、 $I P_b(x)$ を導出する。

さらに、電圧輝度変換／輝度分布解析部 281 は、電圧値である $I P_r(x)$ 、 $I P_g(x)$ 、 $I P_b(x)$ から輝度値 $P_r(x)$ 、 $P_g(x)$ 、 $P_b(x)$ に変換する。具体的な変換方法は、第 2 の実施形態と同様である。

図 36 は、測定された照明プロファイル $P_r(x)$ 、 $P_g(x)$ 、 $P_b(x)$ の一例を示す。

図 36 に示すように、光源 21R, 21G, 21B の照明プロファイルが大きく変動する。

【0121】

ステップ S73:

メモリ 282 から、GLV23R, 23G, 23B の全部の画素画素素子の変調特性データ $I s_r(v, x)$ 、 $I s_g(v, x)$ 、 $I s_b(v, x)$ を読み出す。

ステップ S74:

乗算器 284a、284b、284c において、照明プロファイル $P_r(x)$ 、 $P_g(x)$ 、 $P_b(x)$ と素子の変調特性データ $I s_r(v, x)$ 、 $I s_g(x)$

v 、 x ）、 $I_{sb}(v, x)$ とを乗算し、照明光分布を含んだ変調特性 $I_{Yr}(v, x)$ 、 $I_{Yg}(v, x)$ 、 $I_{Yb}(v, x)$ を算出する。

【0122】

図 37 は、テスト信号のレベルは $v = v_1$ の時の算出された照明光分布を含んだ変調特性 $I_{Yr}(v_1, x)$ 、 $I_{Yg}(v_1, x)$ 、 $I_{Yb}(v_1, x)$ を示す。

ステップ S75：

輝度分布解析部 287 は、例えば、図 37 で示された輝度特性 I_{Yr} 、 I_{Yg} 、 I_{Yb} を解析し、 I_{Yr} 、 I_{Yg} 、 I_{Yb} を画素配置方向に数分割し、分割領域毎に実現可能な白の最大輝度関数 $I_{Ymax}(v, x)$ を求める。

分割方法は均等である必要なく、例えば、図 38 に示すように、画素領域を 3 分割し、分割領域毎に共通の最小値 I_{Y0} を探し、下記のように白の最大輝度関数 $I_{Ymax}(v, x)$ を求める。

領域 1： $I_{Ymax}(v, x) = ax + b$ 、

領域 2： $I_{Ymax}(v, x) = c$ 、

領域 3： $I_{Ymax}(v, x) = f - dx$

ここで、 x は画素位置を示す。

輝度分布解析部 287 は実現可能な白の最大輝度 I_{Ymax} を出力し、理想変調特性関数生成部 283 は、ユーザが指定した理想変調特性関数 $I_V(t)$ を出力し、乗算器 284 d において、関数 I_{Ymax} と関数 $I_V(t)$ が乗算し、その乗算の結果は目標変調特性 $I_T(v)$ となる。

【0123】

ステップ S76：

補正テーブル生成部 285 a、285 b、285 c は、算出した目標変調特性 $I_T(v)$ と実際に測定で得られた画素毎の変調特性 $I_{Yr}(v, x)$ 、 $I_{Yg}(v, x)$ 、 $I_{Yb}(v, x)$ (図 37) に基づいて、表示される輝度と色の不均一性を無くすように、R、G、B 照明毎にかつ画素素子毎に、駆動信号の補正を行ない、駆動信号の補正テーブルを RGB 照明毎に作製する。

具体的な補正方法は、第 2 の実施形態において、図 24 が示した方法と同様で

ある。

即ち、所定の初期駆動電圧 V_{in} に対して、各画素素子が同じ輝度値 Y を表示するように、画素素子に印加する駆動電圧は補正された。

このように得られた GLV_{23R} 、 $23G$ 、 $23B$ の全部の画素素子の補正後の駆動電圧は、データテーブル記憶部 $286a$ 、 $286b$ 、 $286c$ に書き込まれ、補正処理は完了する。

【0124】

以後、入力される画像信号は、データテーブル記憶部 $286a$ 、 $286b$ 、及び $286c$ にて、画素素子および駆動信号レベル毎に随時駆動信号が補正され、輝度と色の不均一性が補正され、高品質の映像が出力される。

図 39 は、図 37 と対比して、輝度と色の不均一性が補正された後の輝度プロファイルを示す。

図 39 に示すように、補正後の駆動電圧を印加した後に、レーザ光源 $21R$ 、 $21G$ 、 $21B$ の輝度プロファイル IY_r と、 IY_g と、 IY_b とが同一であり、白を正しく表示できる。

【0125】

本実施形態によれば、画素毎に照明条件の不均一性、及び画素素子特性のバラツキを補正した補正駆動信号によって GLV を駆動するため、画面上に輝度と色の不均一性の無い高品質な映像を提供できる。

また、環境経時変化に影響されやすい照明不均一性を適宜補正できるため、常に色不均一性の無い映像を提供できる。

また、複数分割した照明領域毎に最大輝度関数を設定するため、輝度〔明るさ〕を無駄にせず有効活用することができ、かつ、照明領域毎で R 、 G 、 B の輝度比率は一定となるため、画質劣化の原因となる色不均一性が発生しない。

また、画像を表示直前に照明プロファイルのみを測定するため、測定時間を大幅に短縮することが可能となる。そのため使用者の待ち時間を低減することができる。

【0126】

第 4 の実施形態

本実施形態に係る画像表示装置の基本構成が図 1 2、図 1 3 及び図 1 5 で図解した第 2 の実施形態に係る画像表示装置と同様である。ただし、本実施形態において、データテーブル記憶部に記憶された駆動電圧補正データを駆動回路に入力する際に発生する量子化誤差の影響を低減する処理回路は画像表示装置に付加された。

図 4 0 は、本実施形態に係る画像表示装置において、信号処理部 3 0 1 の部分構成を示す図である。

【 0 1 2 7 】

図 4 0 に示す信号処理部 3 0 1 は、映像信号入力処理部 3 0 2 (V S I P) と、データテーブル記憶部 (L U T) 3 0 3、誤差拡散回路 3 0 4 (E D C) と、D/A 変換回路 3 0 5 と、駆動回路 3 0 6 (D R V C) とを含む。

図 4 0 において、映像信号入力処理部 3 0 2 は、R G B 信号である映像信号 V I D E O を処理する。例えば、映像信号入力処理部 3 0 2 は、D V D などの映像再生機器より入力された色差信号 Y C b C r (Y P b P r) を R G B 信号に変換し、また、非線形特性 (γ 特性) 付加されている R G B 信号について、逆ガンマ補正処理にて線形特性に変換し、さらに、照明光源の色再現範囲に対応させるために、R G B 信号について色空間変換処理を実施する。このように処理された映像信号 V I D E O はデータテーブル記憶部 3 0 3 に入力される。

【 0 1 2 8 】

データテーブル記憶部 3 0 3 に、G L V 2 3 R, G L V 2 3 G, G L V 2 3 B における全ての画素素子の補正後の駆動電圧データが記憶されている。映像信号 V I D E O をデータテーブル記憶部 3 0 3 に入力されると、映像信号 V I D E O に対応する駆動電圧を初期駆動電圧として、それに対応する G L V 2 3 R, または、G L V 2 3 G, または、G L V 2 3 B における全ての画素素子の補正後の駆動電圧データがデータテーブル記憶部 3 0 3 から読み出され、誤差拡散回路 3 0 4 を介して、D/A 変換回路 3 0 5 にて D/A 変換された後に、係る G L V の各画素素子の駆動回路に印加する。

該補正後の駆動電圧を印加することによって、画面上に輝度と色の不均一性がなくなり、高品質の画像を表示される。

D/A変換回路305は、入力されたデジタル駆動信号をアナログ信号に変換する。駆動回路306は、そのアナログ信号をGLV23R、GLV23G、GLV23Bの所定の画素素子の各リボン電極に印加する。GLV23R、GLV23G、GLV23Bは駆動信号に応じて動作し、赤色レーザ21R、緑色レーザ21G、青色レーザ21Bから出射されたレーザ光を変調する。

【0129】

市販されたD/A変換器305と駆動回路306のビット幅は8ビットのものである。

一方、第2と第3の実施形態で述べたように目標変調特性と実際に測定した画素毎の変調特性に基づいて補正テーブルを求める際、測定および補正の処理は精密な処理であり、測定精度、補正精度、および演算精度を保つため、例えば、補間処理等を用いて、高いビット数のデータフォーマットで以上の処理を行ない、高いビット数にて駆動電圧の補正データテーブルを作成する必要がある。例えば、補正された駆動電圧のデータのビット数が10ビットとし、即ち、データテーブル記憶部303に記憶されている全ての画素素子の補正後の駆動電圧データのビット数が10ビットである。

【0130】

ところが、データテーブル記憶部303のデータはD/A変換器305と駆動回路306に入力されると、比較的に連続しているデータテーブル記憶部303のデータは間引きされる、言い換えれば、256値に量子化（デジタル化）される。

この量子化によって、駆動電圧の階調が粗くなり、データテーブル記憶部303に記憶された駆動電圧の補正データに比べ、誤差が生じる。これは量子化誤差と言う。

この量子化誤差によって、画面上に画素間の不連続性が生じ、第2と第3の実施形態の補正方法で解消できない。しかも、人間の目の感度が高いので、このような画素間僅かの不連続性は、不自然な表示として人間に認識される。特に、本実施形態のように、GLVからの変調光を走査して2次元画像を表示する表示装置において、1次元画像を画面上に走査することによって、1次元画像での異常

な点は、画面上に横縞になって、さらに感知しやすくなる。

【0131】

そこで、本実施形態において、データテーブル記憶部303とD/A変換器305及び駆動回路306の間に、誤差拡散処理部304を設けて、画面上1画素で生じた量子化誤差を該画素周囲の複数の画素に割振り、さらに、次のフレームの所定の領域の複数の画素にも割振る。また、1画面内の全画素についても、同じように、処理対象となる画素の量子化誤差を、現在のフレームと次のフレーム所定の領域の複数の画素に拡散する。こうすることによって、ビデオ画像全体としての誤差を最小にし、表示される画像をより自然なものにする。

静止する1枚の画面内に量子化誤差を拡散する方法、いわゆる2次元量子化誤差拡散方法は知られているが、本実施形態に係る画像表示装置は、ビデオ映像を表示する装置であり、連続して表示される複数のフレームは、画面の内容もほぼ連続しているので、本実施形態において、駆動電圧の量子化誤差による画面上の不連続性を最大限に軽減するために、フレーム間にも量子化誤差の拡散処理（以降、3次元誤差拡散と呼ぶ）を行なう。

【0132】

図41は、本実施形態に係る画像表示装置において、誤差拡散回路304の構成の一例を示す図である。

誤差拡散回路304は、加算器311と、加算器312と、誤差丸め処理部313（ERP）と、減算器314と、誤差フィルタ315（EFLT）とを有する。

データテーブル記憶部303は、記憶された10ビットの駆動電圧補正データを出力する時に、該10ビットのデータを上位8ビットと下位2ビットに分割する。

上位8ビットA（x，y）は加算器311に入力され、下位2ビットB（x，y）は加算器312に入力され、誤差として処理される。

具体的に、加算器312で、下位2ビットBと、前の1ライン、若しくは、前の1フレームの所定の領域（x'，y'）の画素で発生した2ビットの誤差E（x'，y'）とが加算される。該2ビットの加算結果G（x，y）を誤差丸め処理部

(ERP) 313で処理する。

誤差丸め処理部313には、所定のしきい値 U_0 が設けられており、なお、2ビットのデータが入力される。誤差丸め処理部313は入力されたデータをしきい値 U_0 と比較し、しきい値 U_0 より大きい場合は、例えば、誤差丸め処理部313は1を出力し（即ち、図41において、 $D(x, y) = 1$ ）、しきい値 U_0 より小さい場合は、例えば0を出力する（即ち、図41において、 $D(x, y) = 0$ ）。

加算器311では、誤差丸め処理部313から出力された $D(x, y)$ を、上位8ビット $A(x, y)$ の下位2ビットと加算され、補正された駆動電圧データ $C(x, y)$ として出力される。

誤差フィルタ315は、誤差丸め処理部313の入力データ $G(x, y)$ と出力データ $D(x, y)$ の差 E' を画素 (x, y) で新たに発生した量子化誤差 $E(x, y)$ として、周囲の画素に対応した重み係数を付けて周囲の画素に割振る。

【0133】

誤差拡散回路304は、次のように動作し、量子化誤差を拡散する。

データテーブル記憶部303から出力された上位8ビット $A(x, y)$ と下位2ビット $B(x, y)$ は、それぞれ加算器311と312に入力される。下位2ビット $B(x, y)$ は、誤差フィルタ315によって決定される1ラインあるいは1フレーム前の誤差成分 $E(x', y')$ と加算器312で加算され、 $G(x, y)$ が得られる。 $G(x, y)$ は誤差丸め処理部313に入力され、しきい値 U_0 と比較して、 $D(x, y)$ を出力する。

加算器311で $D(x, y)$ は、 $A(x, y)$ と加算された後に、量子化誤差を処理後の駆動電圧データとして、駆動回路D/A変換器305に入力される。

減算器314では、誤差丸め処理部313の入力データ $G(x, y)$ と出力データ $D(x, y)$ とが減算し、画素 (x, y) で新たに発生した誤差 E' とする。誤差フィルタ315は、該新たに発生した誤差 E' に設定された周辺の個々の画素に応じた重み値を掛けて、周辺画素、例えば、次のライン、或は、次のフレームの所定の画素に振り分ける。

誤差拡散回路 304 は、本発明の請求項における「駆動信号供給手段」、または、「第 2 の駆動信号供給手段」に相当する。

データテーブル記憶部 303 は、本発明の請求項における「第 1 の駆動信号供給手段」に相当する。

【0134】

図 42 は、本実施形態に係る画像表示装置において、2 次元誤差拡散の一例を示す図である。

図 42 において、例えば、画素 $(x+1, y+1)$ では、駆動電圧の誤差となる下位 2 ビット $B(x, y)$ の値は 1 である。該量子化誤差は、誤差拡散回路 301 において、X 方向 (GLV の画素素子配置方向) と Y 方向 (走査方向) に拡散され、画素 $(x+1, y)$ 、画素 $(x, y+2)$ にそれぞれ 0.1 と 0.5 の誤差を分配した。ここで、説明の便宜上、前回の誤差 $E(x, y)$ はゼロとする。

【0135】

以上は、いわゆる 2 次元量子化誤差拡散である。

図 43 は、本実施形態に係る画像表示装置において画像の構造を示す図である。

図 43 に示すように、本実施形態に係る画像表示装置は、ビデオ映像を表示する。連続して表示される複数のフレームは、画面の内容もほぼ連続しているので、駆動電圧の量子化誤差による画面上の不連続性は認識されやすい。

このため、本実施形態において、フレーム間の表示不連続性を軽減するために、フレーム間量子化誤差拡散を含む誤差拡散処理、即ち 3 次元誤差拡散を行なう。

【0136】

図 44 は、本実施形態に係る画像表示装置において、3 次元誤差拡散の一例を示す図である。

図 44 に示すように、XY 方向だけでなく、フレーム方向に誤差を拡散させる 3 次元誤差フィルタ 315 を適用することも可能である。

図 44 に示すように、例えば、フレーム N において、画素 $(x+1, y+1)$ 、

t) では、駆動電圧の誤差となる下位 2 ビット $B(x, y)$ の値は 1 である。該量子化誤差は、誤差拡散回路 301 において、X 方向 (GLV の画素素子配置方向)、Y 方向 (走査方向)、と t 方向 (フレーム方向) に拡散され、同じフレーム N 内の画素 $(x, y+2, t)$ に 0.2、次のフレーム N+1 内の画素 $(x, y, t+1)$ に 0.1、次のフレーム N+1 内の画素 $(x, y+1, t+1)$ に 0.2、次のフレーム N+1 内の画素 $(x+1, y+1, t+1)$ に 0.1、次のフレーム N+1 内の画素 $(x, y+1, t+1)$ に 0.1 をそれぞれ分配する。

同じように、ここで、説明の便宜上、前回の誤差 $E(x, y)$ はゼロとする。

【0137】

本実施形態によれば、量子化誤差を拡散する処理を行なう回路を付加することによって、量子化誤差成分を均等に駆動信号の補正信号に反映させることができるため、低ビット駆動回路でも高ビット駆動回路と同様の筋ムラ補正を実現することが出来る。

【0138】

以上、本発明を好ましい実施の形態に基づき説明したが、本発明は以上に説明した実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の改変が可能である。

以上の実施形態に、本発明に係る画像表示装置と変調素子調整装置の構成の一を説明したが、その構成の各種の変更が可能である。

また、第 3 の実施形態で説明した照明領域を分割する方法は、第 2 の実施形態にも適用できる。

また、本発明に説明した画像表示装置において、GLV の 1 画素は 6 本のリボン電極を含んでいるが、本発明はこれに限定されない。

第 4 の実施形態で説明した 3 次元誤差拡散方法は、GLV を用いた画像表示装置に限定されない。

【0139】

【発明の効果】

本発明によれば、画素毎に照明条件の不均一性、及び画素素子特性のバラツキ

を補正した補正駆動信号によって G L V を駆動するため、画面上に輝度と色の不均一性の無い高品質な映像を提供できる。

また、環境経時変化に影響されやすい照明条件の不均一性のみを検出し、補正するため色不均一性のない安定した高画質映像を提供できる。照明条件のみを測定するため、測定時間を大幅に短縮することが可能となり、実用性が高い。複数に分割した照明領域毎に最大輝度関数を設定するため、照明光の輝度を無駄にせず、有効に活用することができる。

また、補正テーブル生成時に発生する量子化誤差を画像情報の中に均等に拡散して付加するため、補正誤差や 2 次的に発生する画質欠陥を低減できる。このような処理によって、低いビット幅の駆動回路を用いても高いビット幅の駆動回路と同様の筋ムラ補正を実現できるため駆動回路の低コスト化が可能となる。

また、不均一性補正機能を導入することによって、照明光学系設計公差等の緩和や光学系調整工数の低減が可能となる。システム全体のコストを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置の構成ブロック図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置の構成の配置図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置に用いられた光回折変調素子の構造を説明する模式図である。

【図 4】

図 3 に続いて、光回折変調素子の動作を説明する模式図である。

【図 5】

図 4 に続いて、光回折変調素子の動作を説明する模式図である。

【図 6】

(a) ～ (c) は、本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置において、照明光学系に入射する前の光の特性を示す図である。

【図 7】

(a) ~ (c) は、本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置における照明光学系の機能を説明する図である。

【図 8】

(a)、(b) 及び (c) は、図 2 に示す本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置における空間フィルタ部を説明する図である。

【図 9】

(a) と (b) は、図 2 に示す本発明の第 1 の実施形態に係る画像表示装置における光拡散部の機能を示す図である。

【図 1 0】

(a) ~ (d) は、本発明の第 2 の実施形態において、光変調素子特性のバラツキにより画面上に生じる横縞を示す図である。

【図 1 1】

本発明の第 2 の実施形態において、光源照明条件の不均一性により画面上に生じた輝度と色の不均一性を示す図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置の構成ブロック図である。

【図 1 3】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置の構成の配置図である。

【図 1 4】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置において、表示不均一性を検出し、補正する処理を示すフローチャートである。

【図 1 5】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置における信号処理系の構成を示す図である。

【図 1 6】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置において、表示不均一性を検出する処理を示すフローチャートである。

【図 1 7】

(a) と (b) は、本発明の第 2 の実施形態において、表示不均一性を検出す

るために光変調素子に印加するテスト信号と光検出器の出力信号を示す図である。

【図 1 8】

本発明の第 2 の実施形態において、光検出器の感度の一例を示す図である。

【図 1 9】

本発明の第 2 の実施形態において、光変調素子から射出された光の位置分布を示す図である。

【図 2 0】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置における補正演算部の構成を示す図である。

【図 2 1】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置において、表示不均一性を補正する処理を示すフローチャートである。

【図 2 2】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置において、実現可能な白色輝度のプロファイルを示す図である。

【図 2 3】

図 2 2 に示された白色輝度のプロファイルより得られた目標変調特性を示す図である。

【図 2 4】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置において、測定された変調素子の変調特性と目標変調特性により駆動電圧を補正する方法を示す図である。

【図 2 5】

図 2 4 に続いて、駆動電圧を補正する方法を示す図である。

【図 2 6】

本発明の第 2 の実施形態に係る画像表示装置において、表示不均一性を補正した後の白色輝度のプロファイルを示す図である。

【図 2 7】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、表示不均一性を検出し

、補正する処理を示すフローチャートである。

【図 2 8】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、予め変調素子の変調特性を測定する測定装置の構成図である。

【図 2 9】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、予め変調素子の変調特性を検出する処理を示すフローチャートである。

【図 3 0】

(a) と (b) は、本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、テスト信号及び予め測定された変調素子の変調特性を示す図である。

【図 3 1】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、予め測定された変調素子の変調特性の位置分布を示す図である。

【図 3 2】

(a) と (b) は、本発明の第 3 の実施形態において、照明プロファイルを検出するために光変調素子に印加するテスト信号と光センサの出力信号を示す図である。

【図 3 3】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、照明プロファイルのみを検出する処理を示すフローチャートである。

【図 3 4】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置における補正演算部の構成を示す図である。

【図 3 5】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、検出された表示不均一性を補正する処理を示すフローチャートである。

【図 3 6】

本発明の第 3 の実施形態において、表示する直前に測定した変調素子の特性を含まない照明プロファイルを示す図である。

【図 3 7】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、実現可能な白色輝度のプロファイルを示す図である。

【図 3 8】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、白色輝度のプロファイルを複数の領域に分割してそれぞれの目標変調特性を求める方法を示す図である。

【図 3 9】

本発明の第 3 の実施形態に係る画像表示装置において、表示不均一性を補正した後の白色輝度のプロファイルを示す図である。

【図 4 0】

本発明の第 4 の実施形態に係る画像表示装置において、信号処理部の部分構成を示す図である。

【図 4 1】

本発明の第 4 の実施形態に係る画像表示装置において、誤差拡散回路の構成を示す図である。

【図 4 2】

本発明の第 4 の実施形態に係る画像表示装置において、2次元誤差拡散の一例を示す図である。

【図 4 3】

本発明の第 4 の実施形態に係る画像表示装置における画像の構造を示す図である。

【図 4 4】

本発明の第 4 の実施形態に係る画像表示装置において、3次元誤差拡散の一例を示す図である。

【符号の説明】

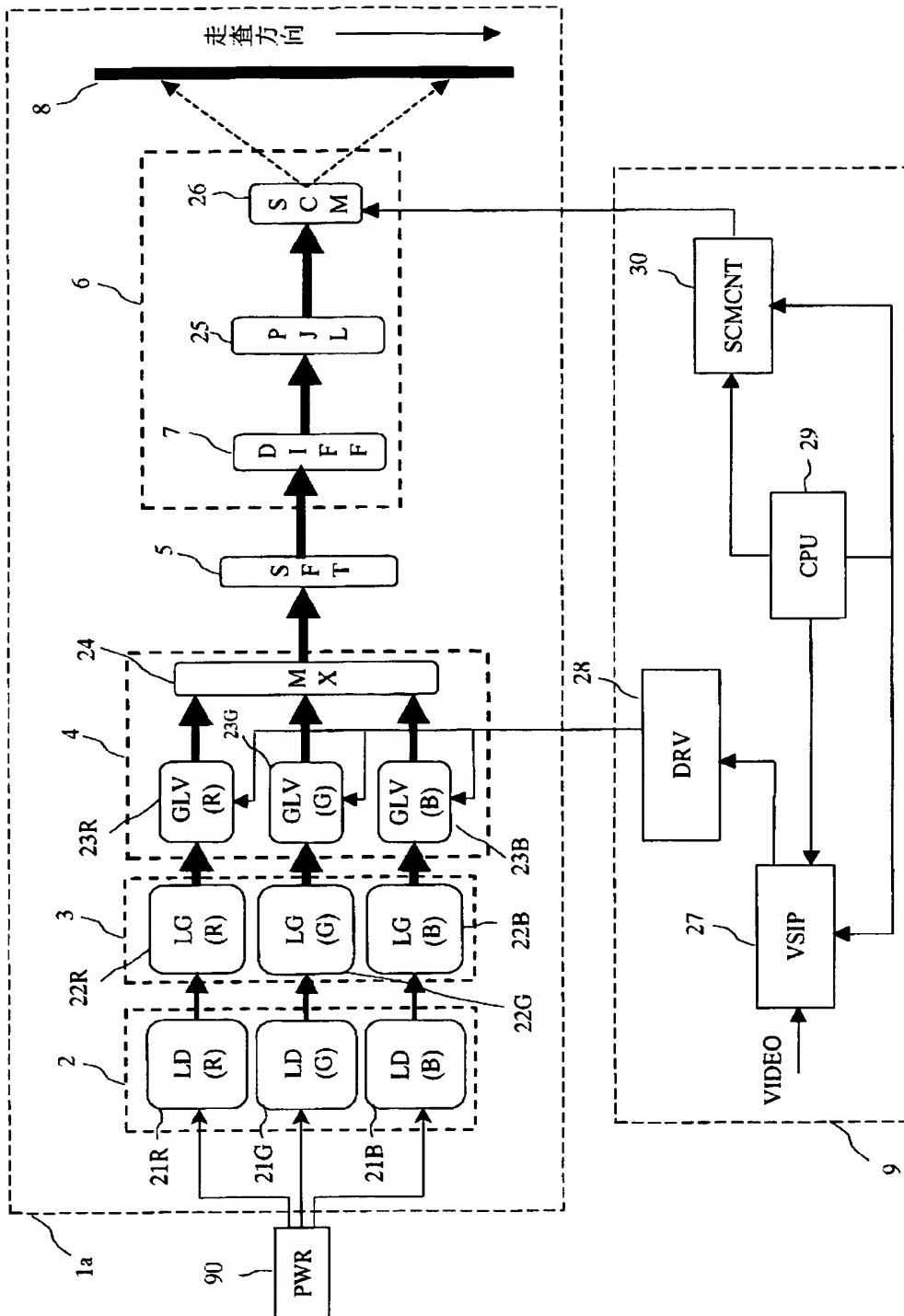
1…画像表示装置、1 a…光学系システム、2…光源部、3…照明光学系、4…光変調部、5…空間フィルタ、5 a…オフナーリレー、5 b…シュリーレンフィルタ、6…光投射部、7…光拡散部、8…スクリーン、9…信号処理部、10 a

, 10b, 10c, 10d, 10e, 11a, 11b, 11c, 11d…リボン素子、12…共通電極、13…GLV、15…光検出装置、16…ミラー、17…光センサ、18…レンズ、21R…赤色レーザ、21G…緑色レーザ、21B…青色レーザ、22R…赤色用照明光学系、22G…緑色用照明光学系、22B…青色用照明光学系、23R…赤色用GLV、23G…緑色用GLV、23B…青色用GLV、24…色合成部、24a、24b…色合成フィルタ、25…光投影レンズ、26…スキャンミラー、27…映像信号入力処理部、28…駆動回路部、29…CPU、30…スキャナー制御部、31…テスト信号生成部、32…検出信号処理部、33…補正回路部、41…ラインジェネレータ・エキズパンダ、43…フォーカスレンズ、44…ミラー、45…ラインジェネレータ・エキズパンダ、46…ラインジェネレータ・エキズパンダ、48…ミラー、49…フォーカスレンズ、50…ミラー、51…レンズ、52…シュリーレンフィルタ、55…0次光透過部（開口部）、56a、56b…±1次光反射部、57a、57b…高次光透過部（開口部）、61…ゲイン調整部、62…A/D変換部、63…補正值演算部、64…メモリ、65…データテーブル、66…セクタ、67…D/A変換部、68…駆動回路、69…逆ガンマ補正部、70…色空間変換部、81…電圧輝度変換部、82…輝度分布解析部、83…理想変調特性関数生成部、84…乗算器、85a、85b、85c…補正テーブル生成部、86a、86b、86c…赤、緑、青色補正テーブル、90…電源、91…レギュレータ、92…警報手段、101…画像表示装置、101a…光学系システム、102…光源部、103…照明光学系、104…光変調部、105…空間フィルタ、106…光拡散部、107…光投影部、108…スクリーン、109…信号処理部、121R…赤色レーザ、121G…緑色レーザ、121B…青色レーザ、122R…赤色用照明光学系、122G…緑色用照明光学系、122B…青色用照明光学系、123R…赤色用GLV、123G…緑色用GLV、123B…青色用GLV、124…色合成フィルタ、125…光投影レンズ、126…スキャンミラー、127…映像信号入力処理部、128…駆動回路部、129…CPU、130…スキャナー制御部、201…素子モジュール測定装置、202…光源、203…照明光学系、204a、204b…ミラー、205…GLV、206…レン

ズ、207…空間フィルタ、208a、208c…表示用光、208b…非表示用光、217…光センサ、281…電圧輝度変換部、282…メモリ、283…理想変調特性関数生成部、284a、284b、284c、284d…乗算器、285a、285b、285c…補正テーブル生成部、286a、286b、286c…赤、緑、青色補正テーブル、287…輝度分布解析部、301…画像表示装置、302…映像信号入力処理部、303…データテーブル、304…誤差拡散回路、305…D/A変換部、306…駆動回路、307…GLV素子、311、312…加算器、313…誤差丸め処理、314…減算器、315…誤差フィルタ、I_r…赤色変調特性プロファイル、I_g…緑色変調特性プロファイル、I_b…青色変調特性プロファイル、I_{P_r}…赤色照明による照明プロファイル（電圧値）、I_{P_g}…緑色照明による照明プロファイル（電圧値）、I_{P_b}…青色照明による照明プロファイル（電圧値）、I_{Q_r}…赤色照明による照明プロファイルデータ、I_{Q_g}…緑色照明による照明プロファイルデータ、I_{Q_b}…青色照明による照明プロファイルデータ、I_{s_r}…赤色用素子の変調特性プロファイル、I_{s_g}…緑色用素子の変調特性プロファイル、I_{s_b}…青色用素子の変調特性プロファイル、I_t…目標変調特性、I_V…変調特性関数、I_{Y_r}…赤色照明による白色輝度プロファイル、I_{Y_g}…緑色照明による白色輝度プロファイル、I_{Y_b}…青色照明による白色輝度プロファイル、I_{Y₀}…輝度プロファイルの最小値、LD（R）…赤色レーザダイオード、LD（G）…緑色レーザダイオード、LD（B）…青色レーザダイオード、P_r…赤色照明による照明プロファイル（輝度）、P_g…緑色照明による照明プロファイル（輝度）、P_b…青色照明による照明プロファイル（輝度）、X…フーリエ面。

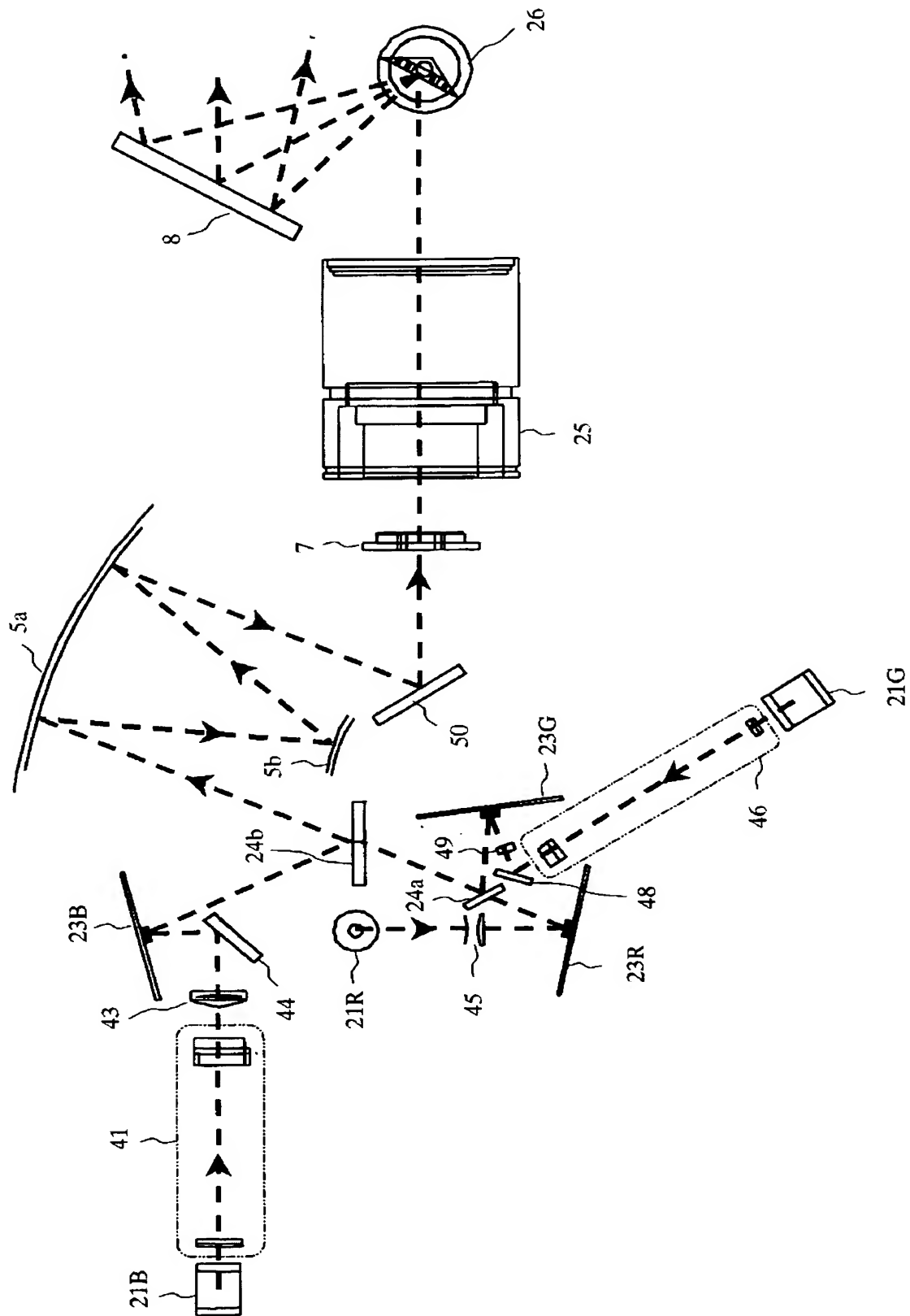
【書類名】 図面

【図 1】



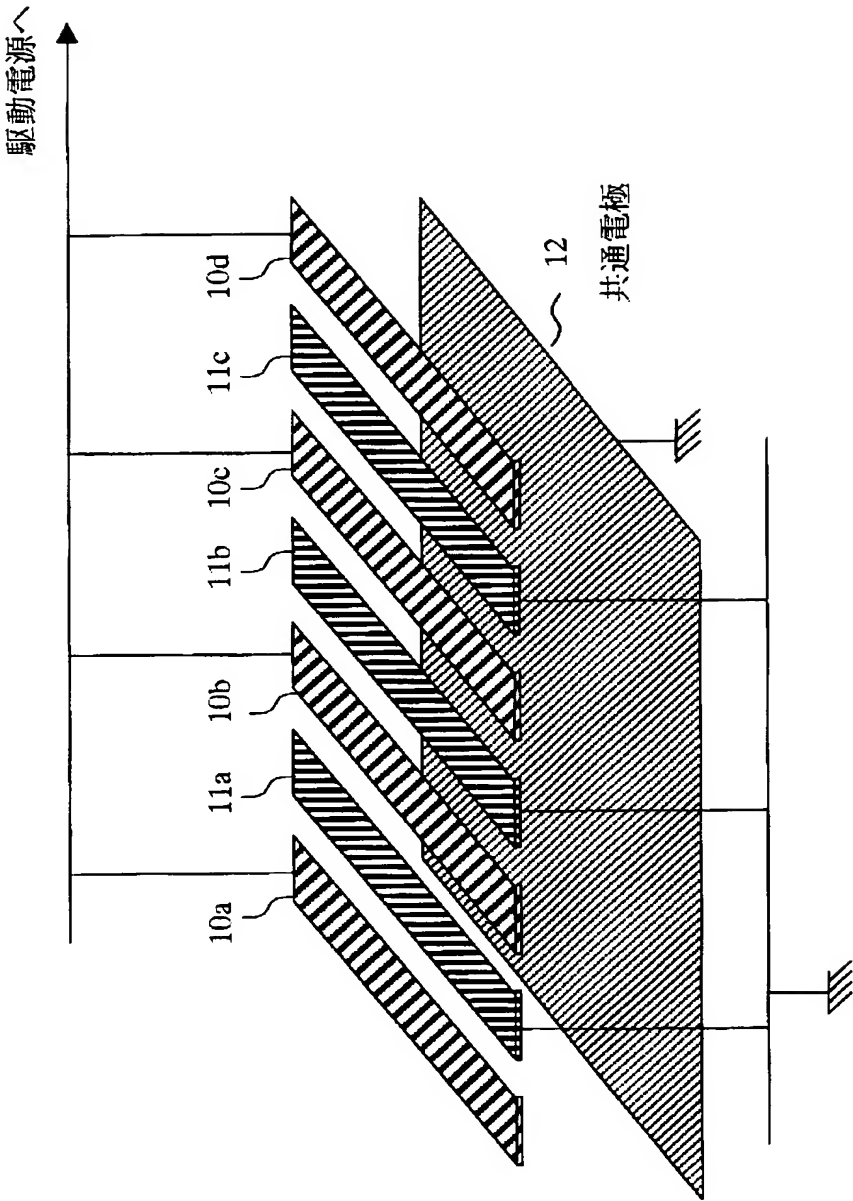
1

【図 2】

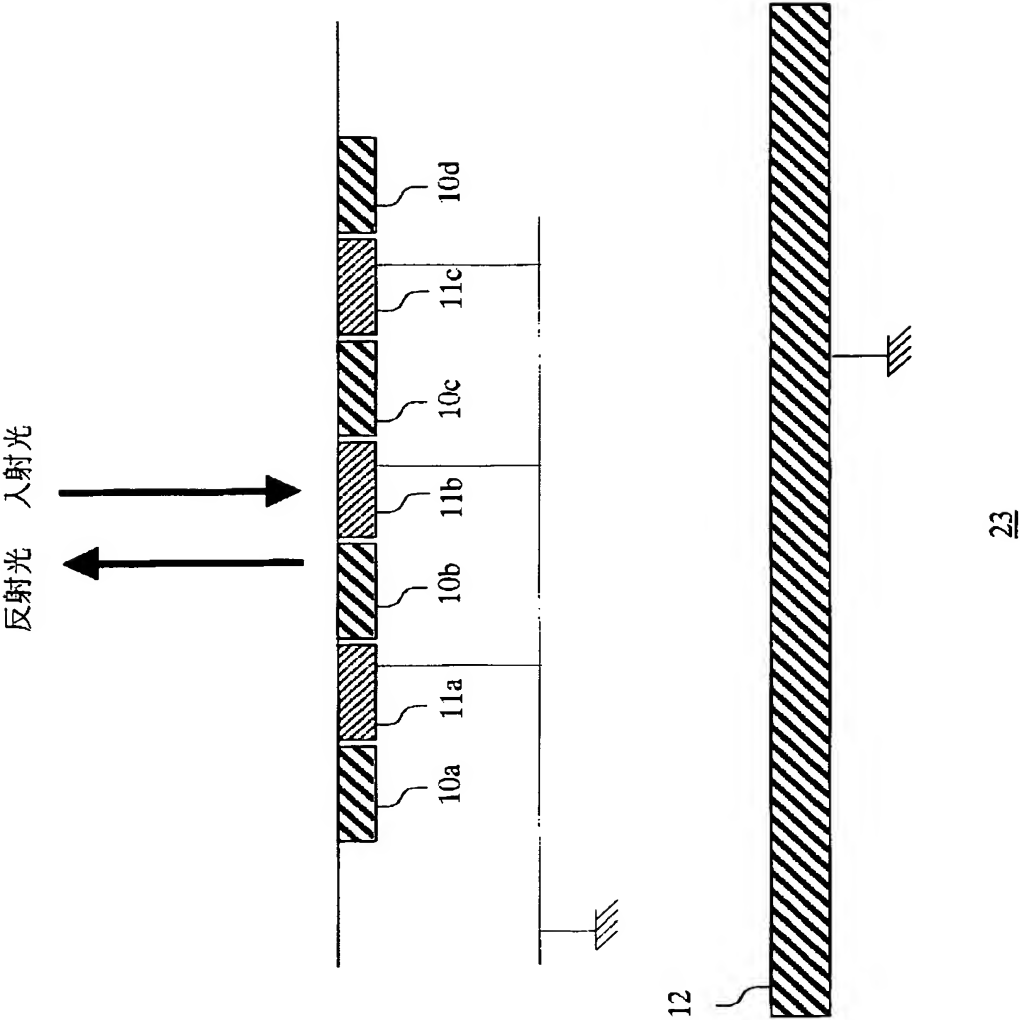


1

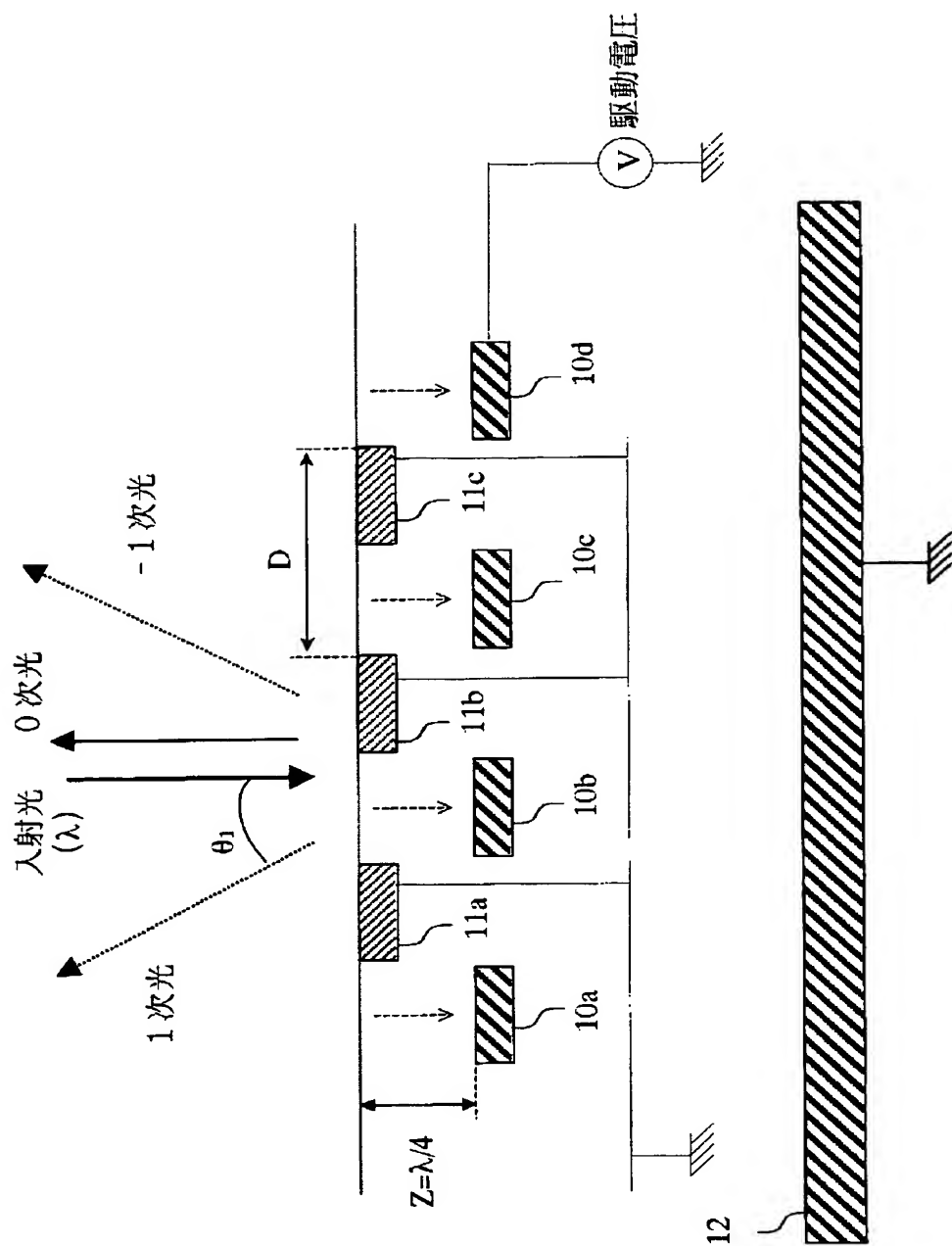
【図 3】



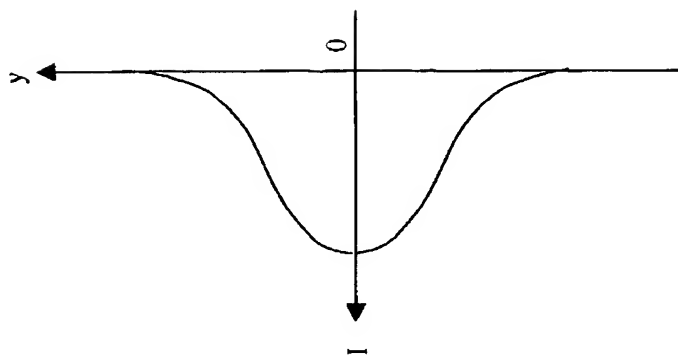
【図 4】



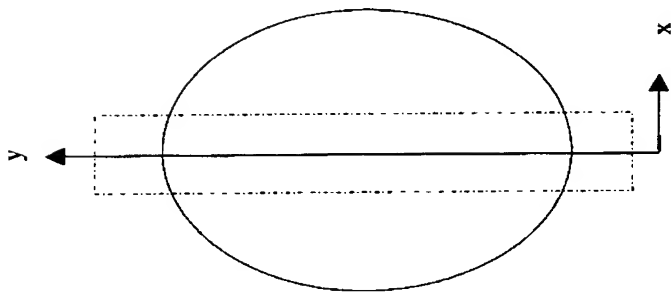
【図 5】



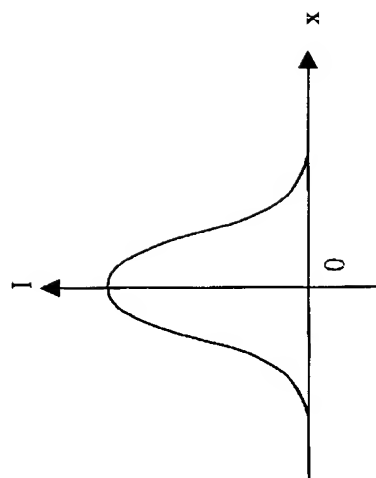
【図 6】



(c)

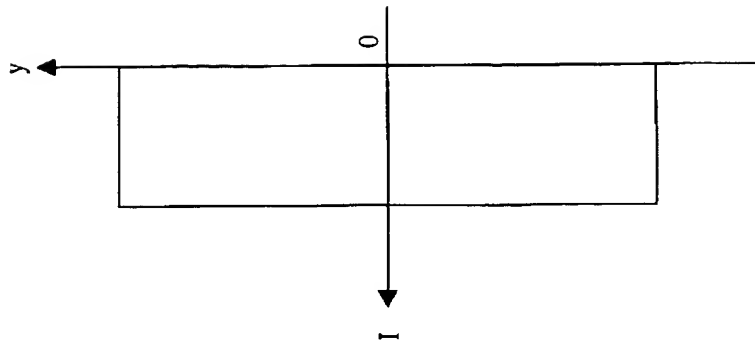


(a)

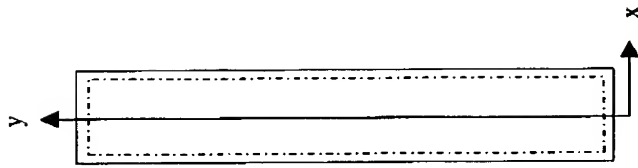


(b)

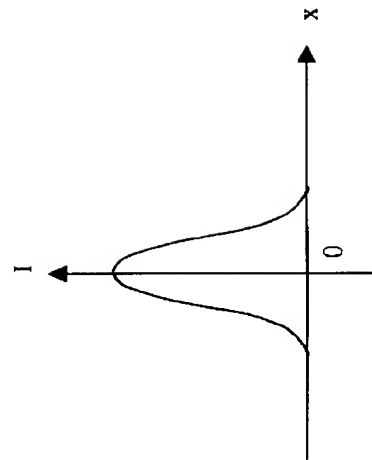
【図 7】



(c)

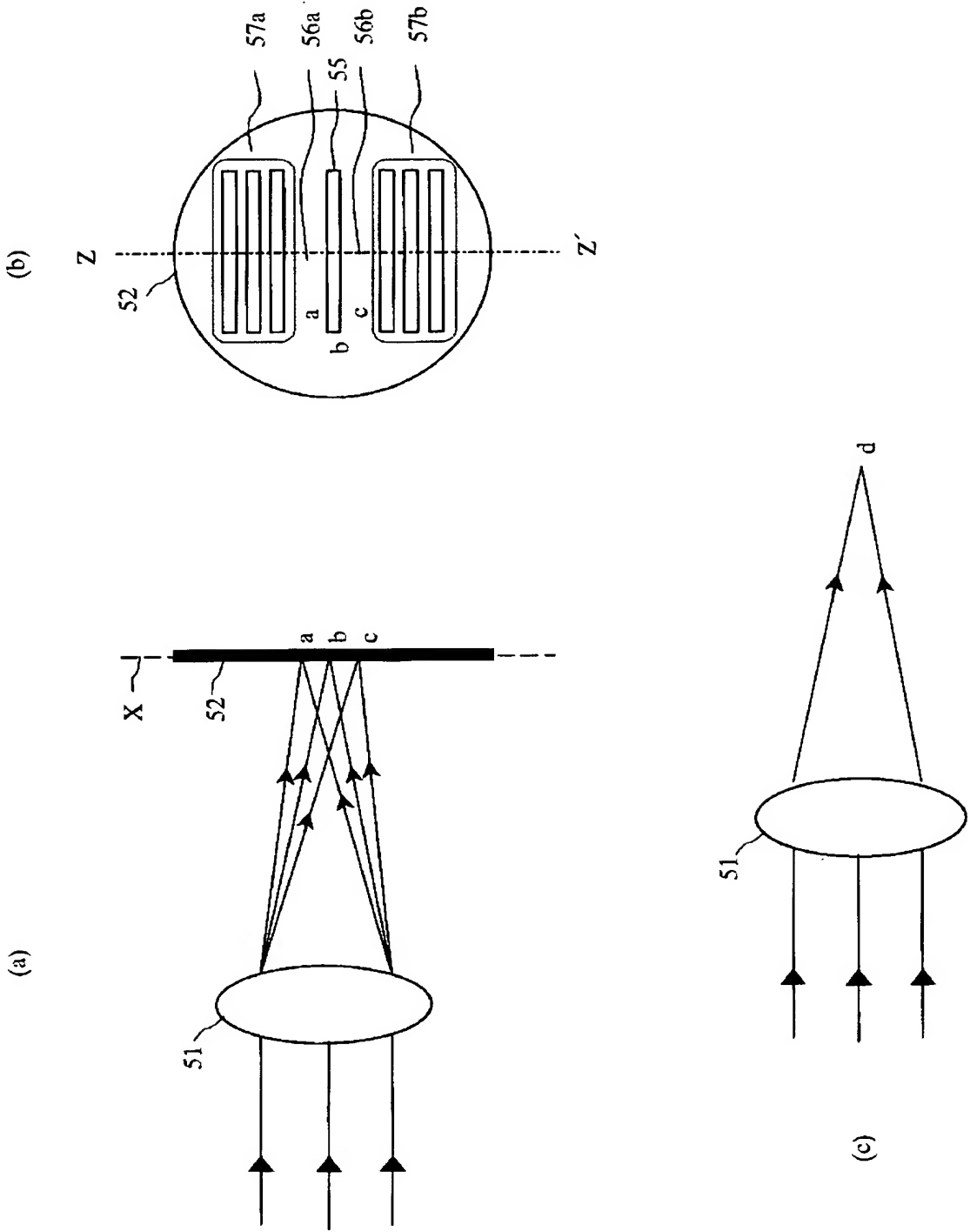


(a)

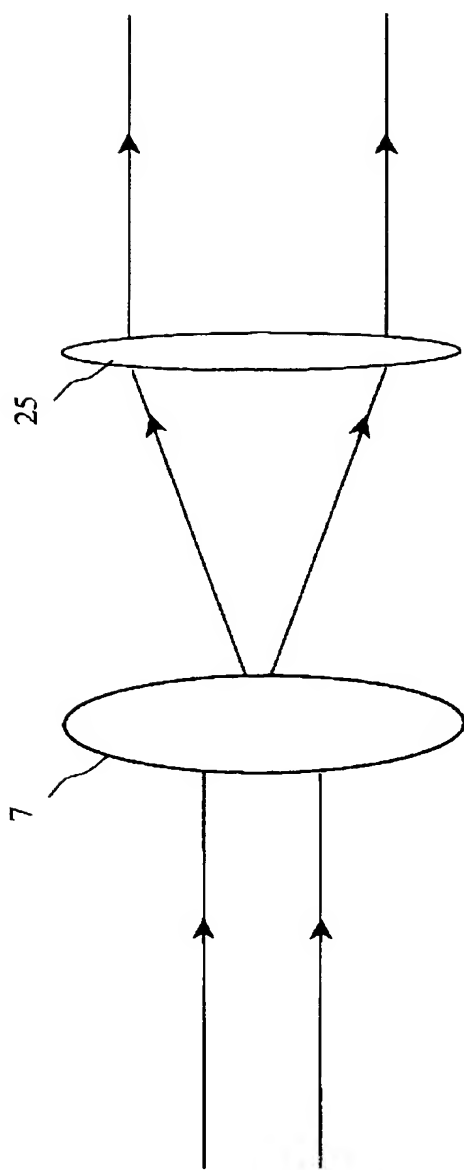


(b)

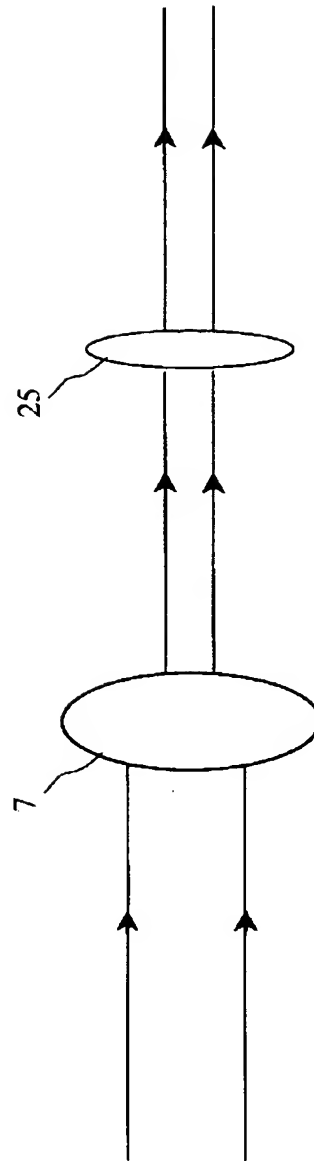
【図 8】



【図 9】

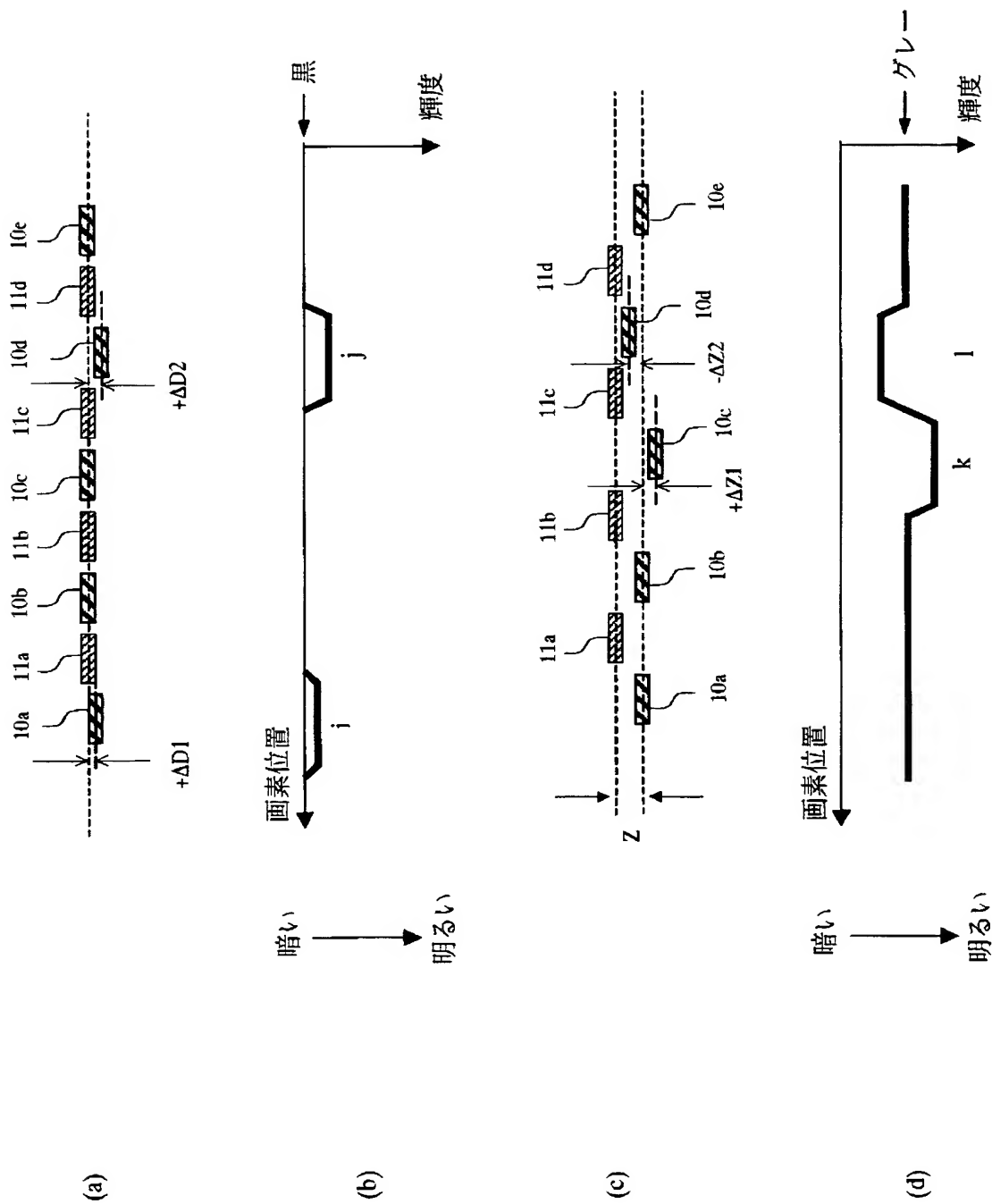


(a)

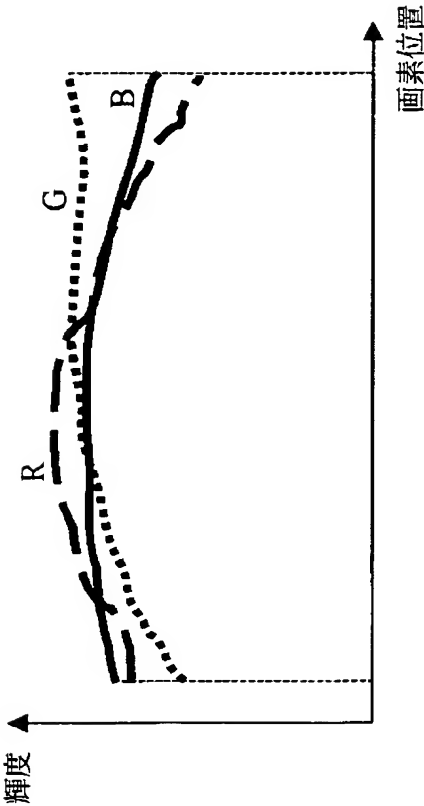


(b)

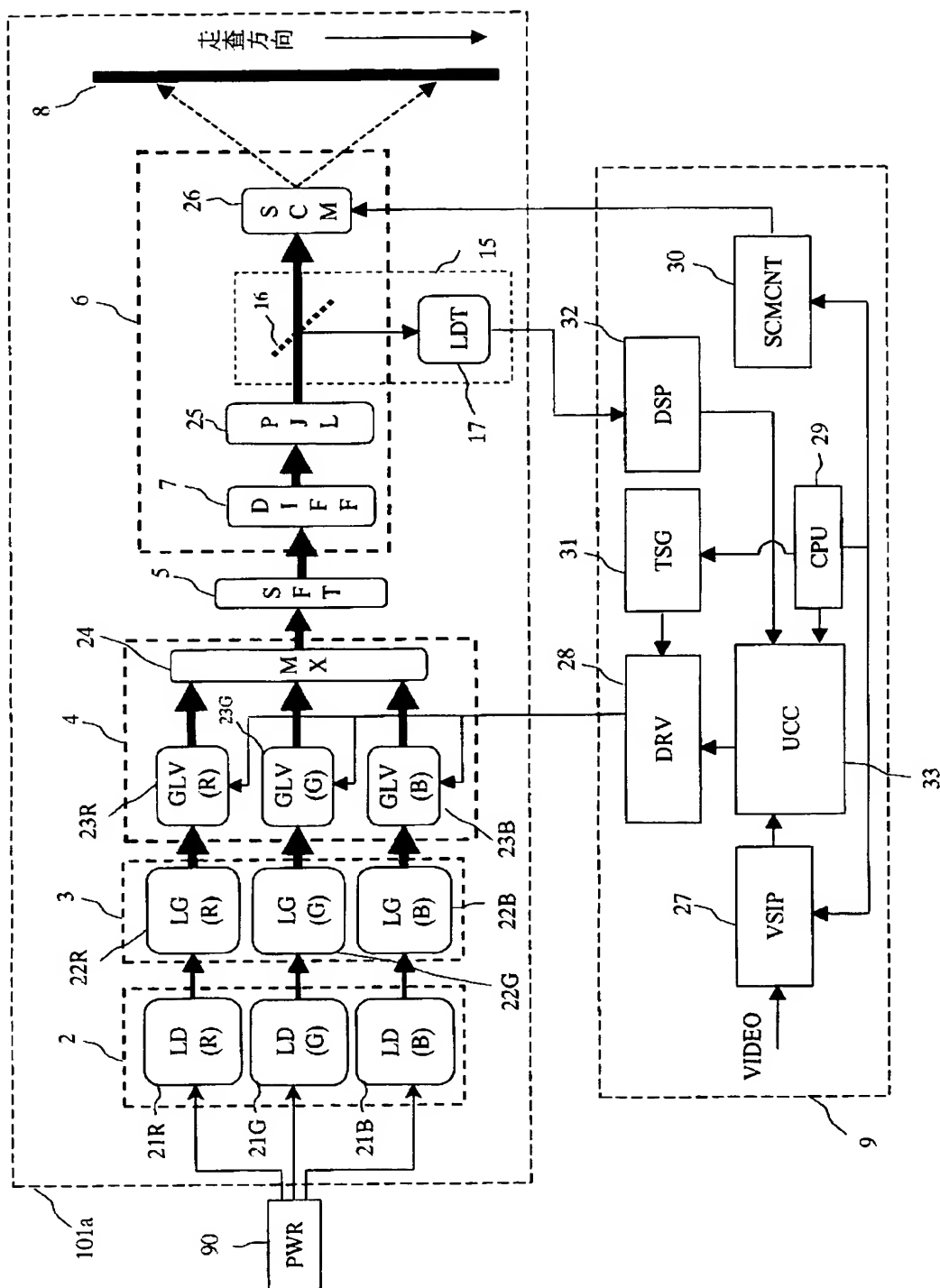
【図 10】



【図 1 1】

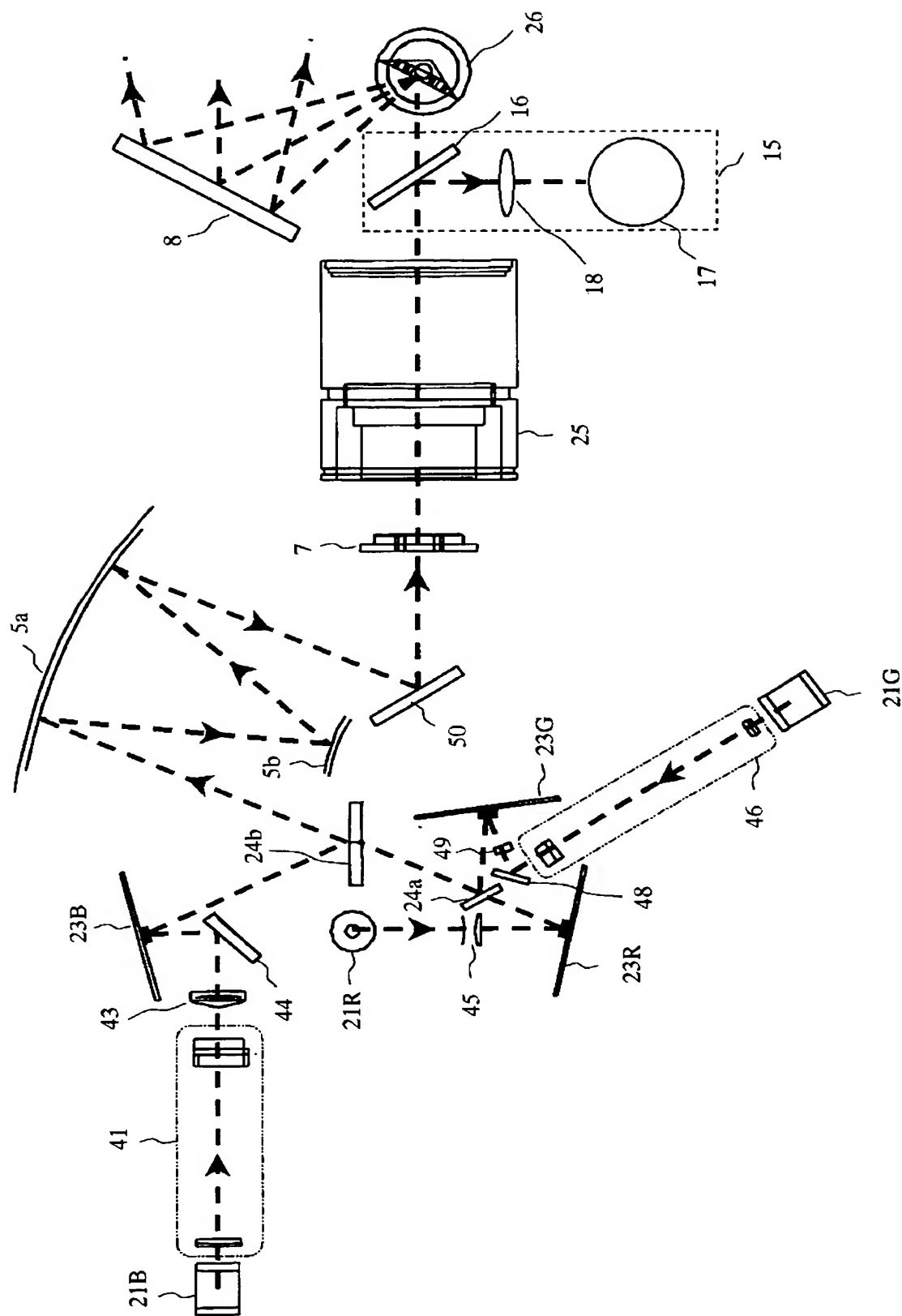


【図 12】

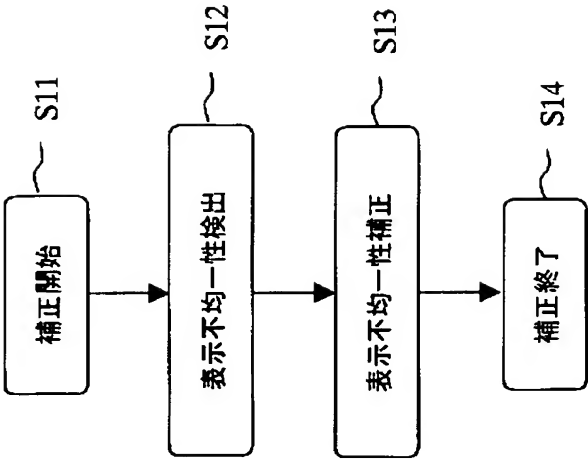


101

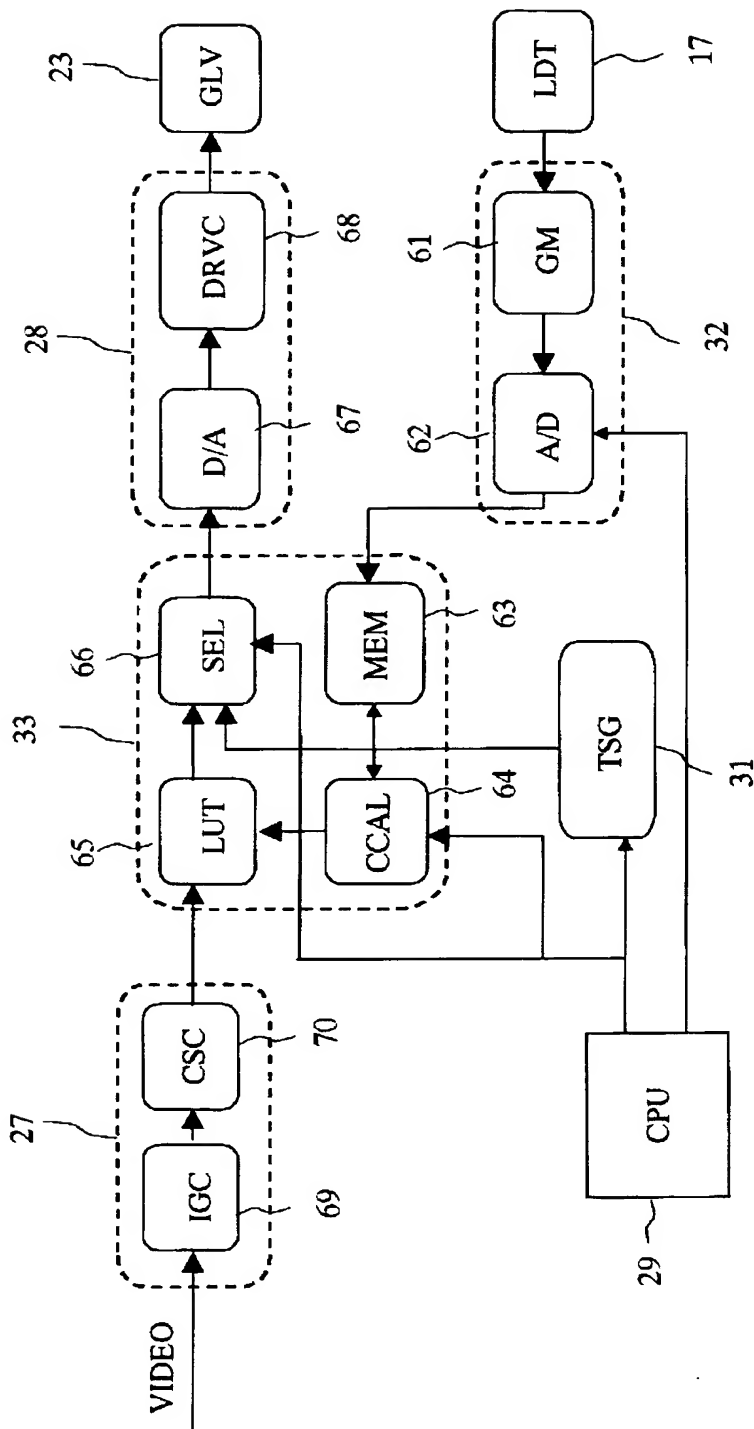
【図 13】



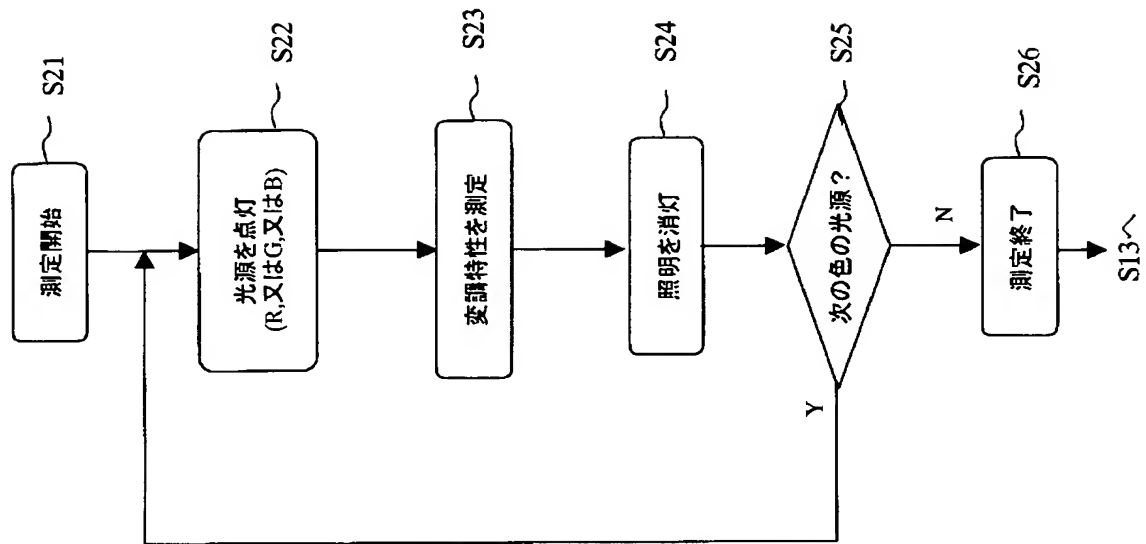
【図 1 4】



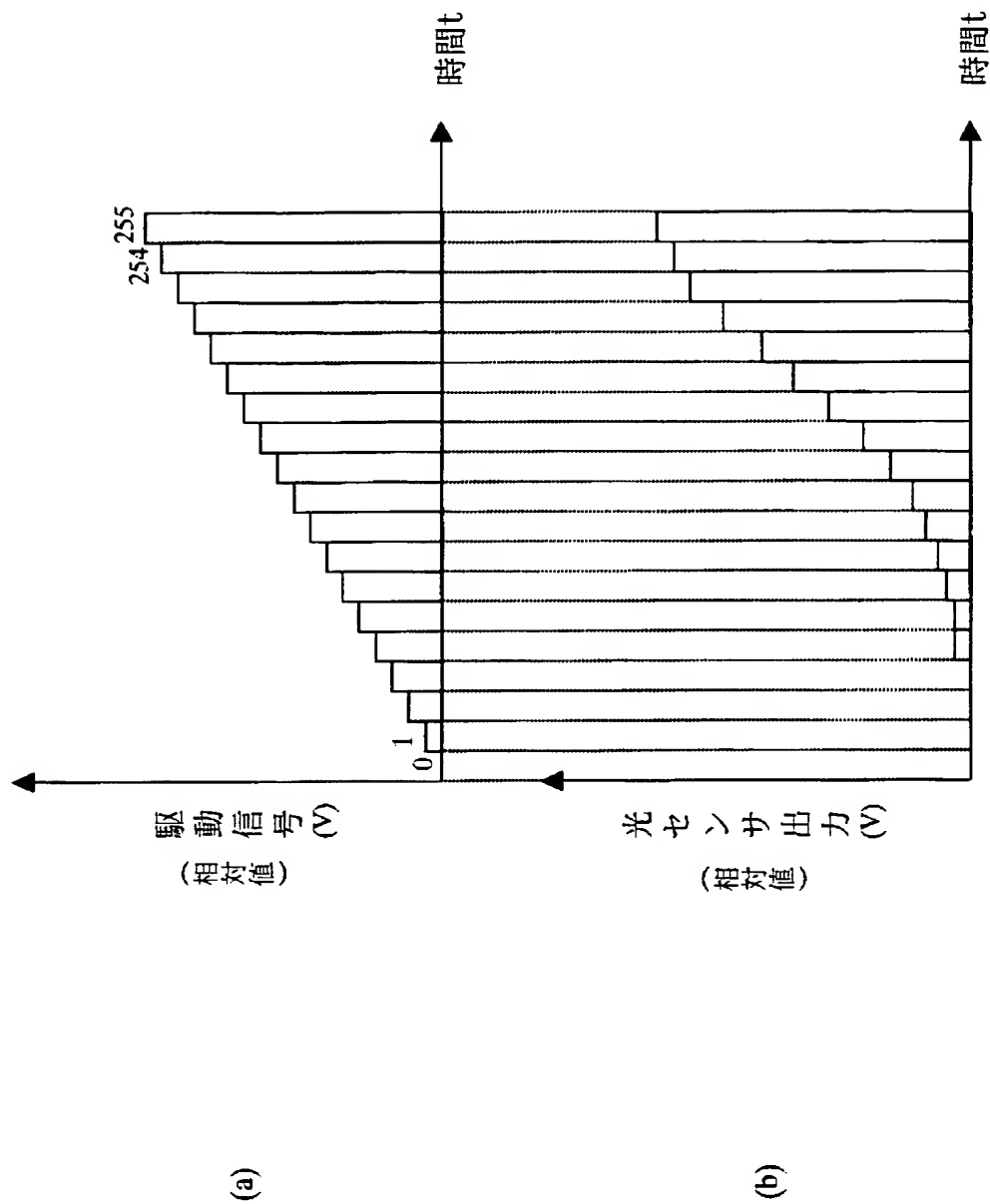
【図 15】



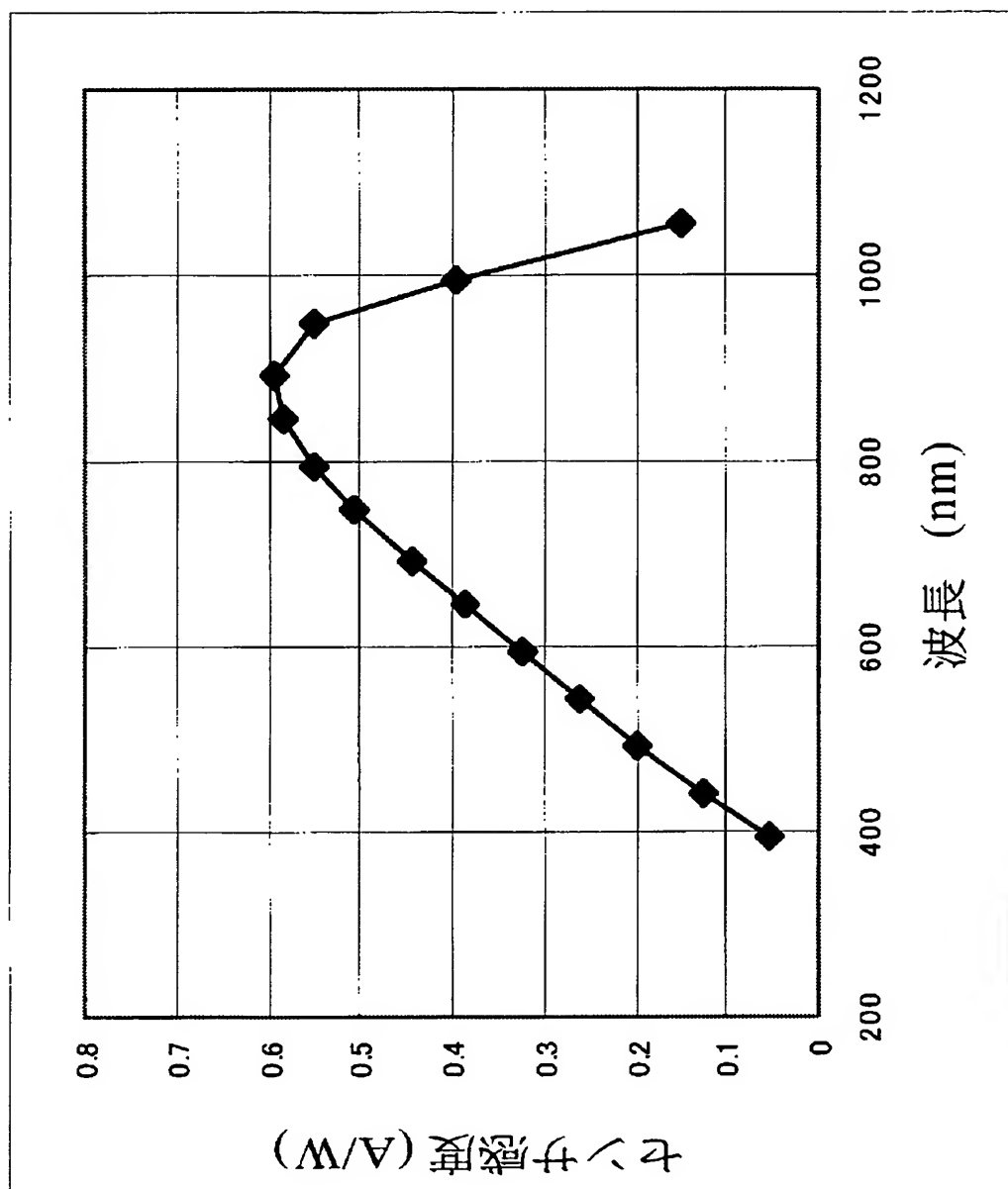
【図 16】

S12

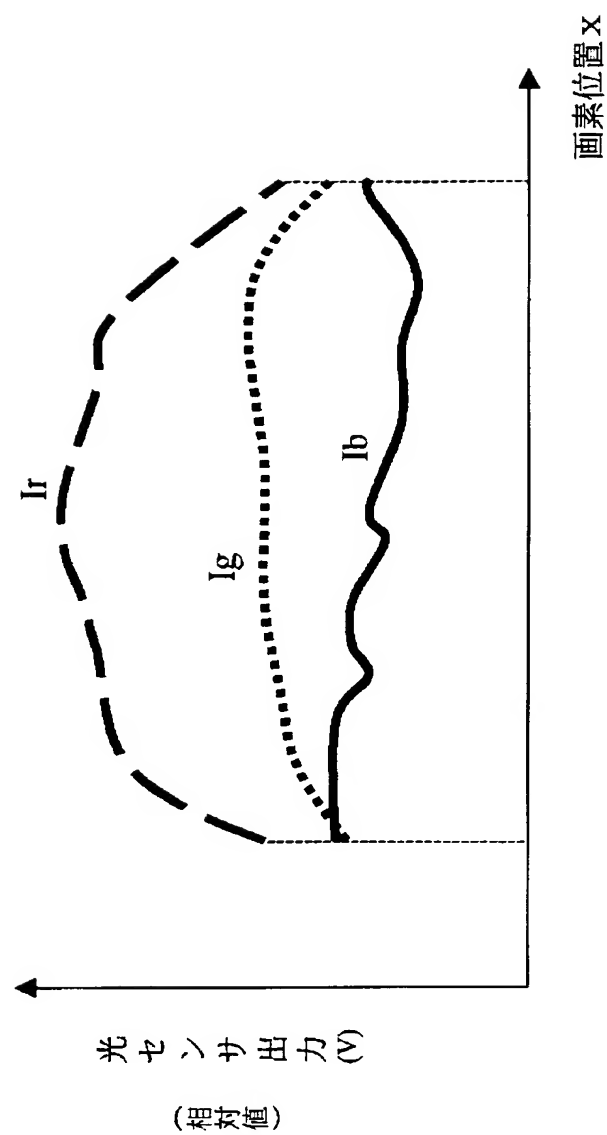
【図 17】



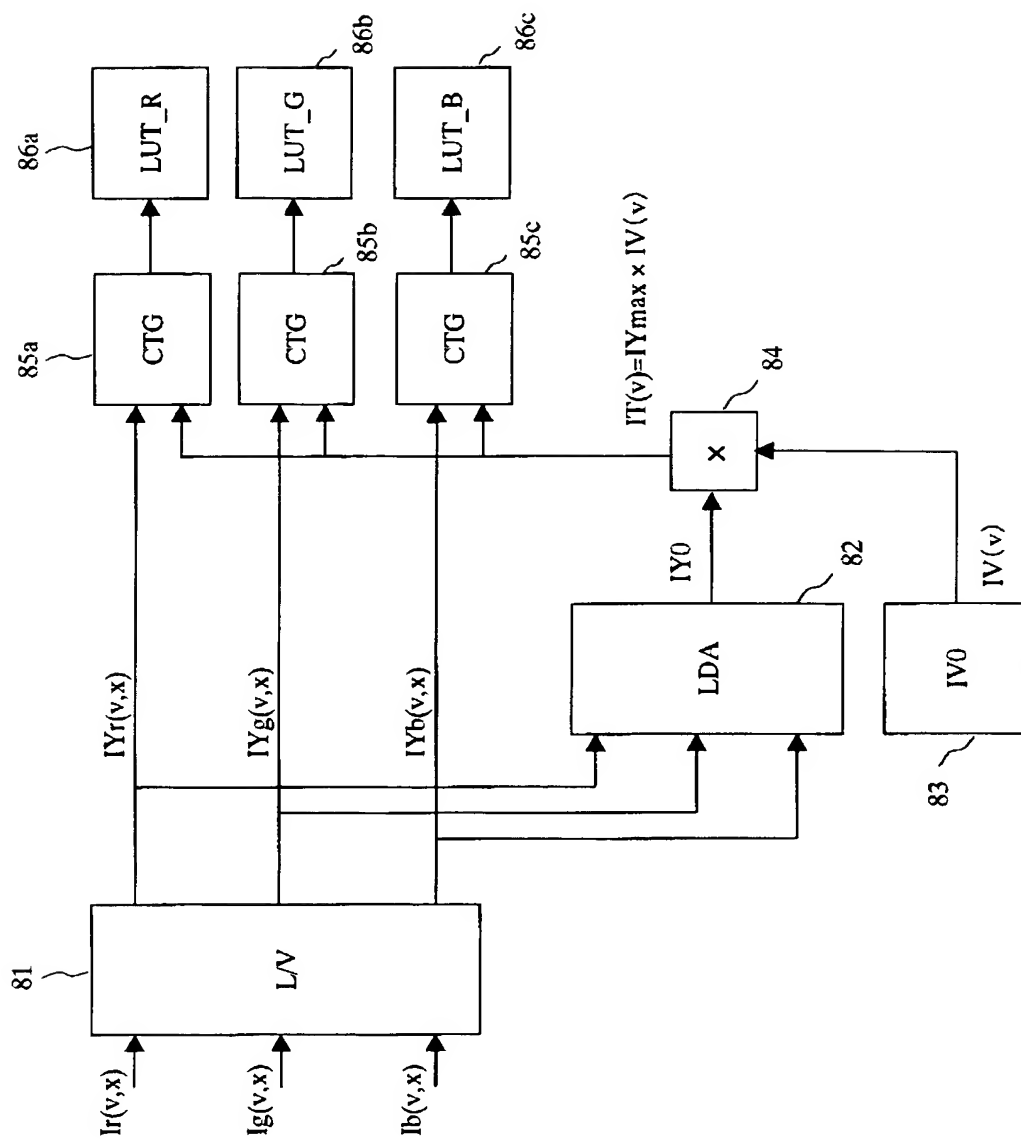
【図 18】



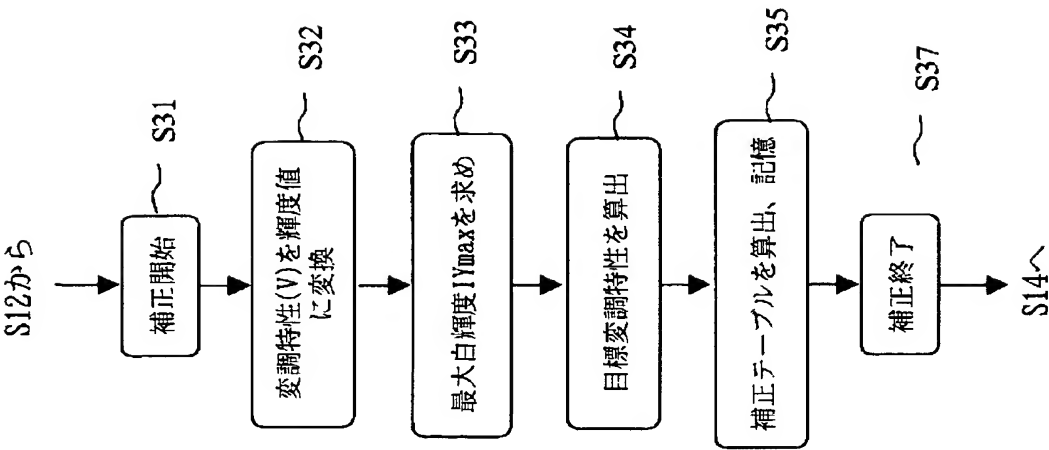
【図 19】



【図 20】

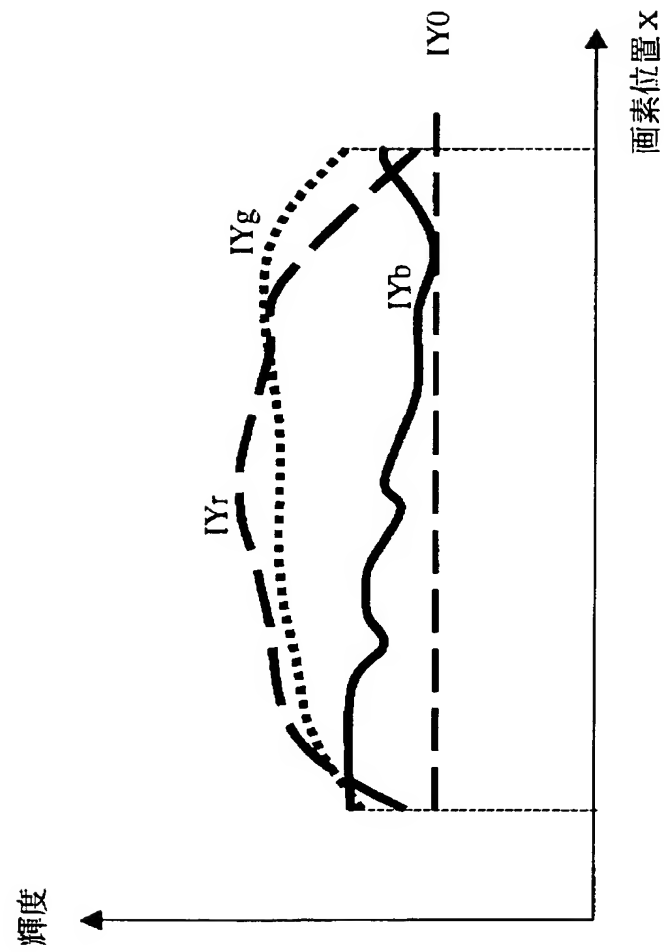


【図 2 1】

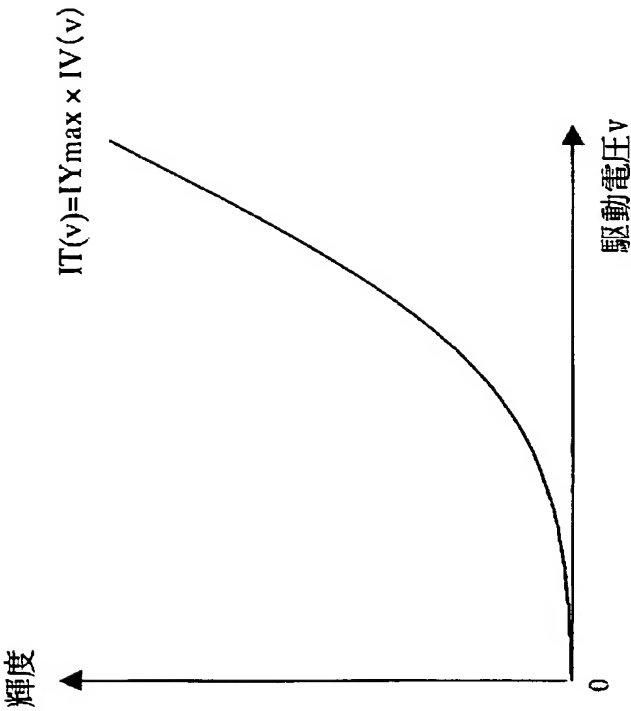


S13

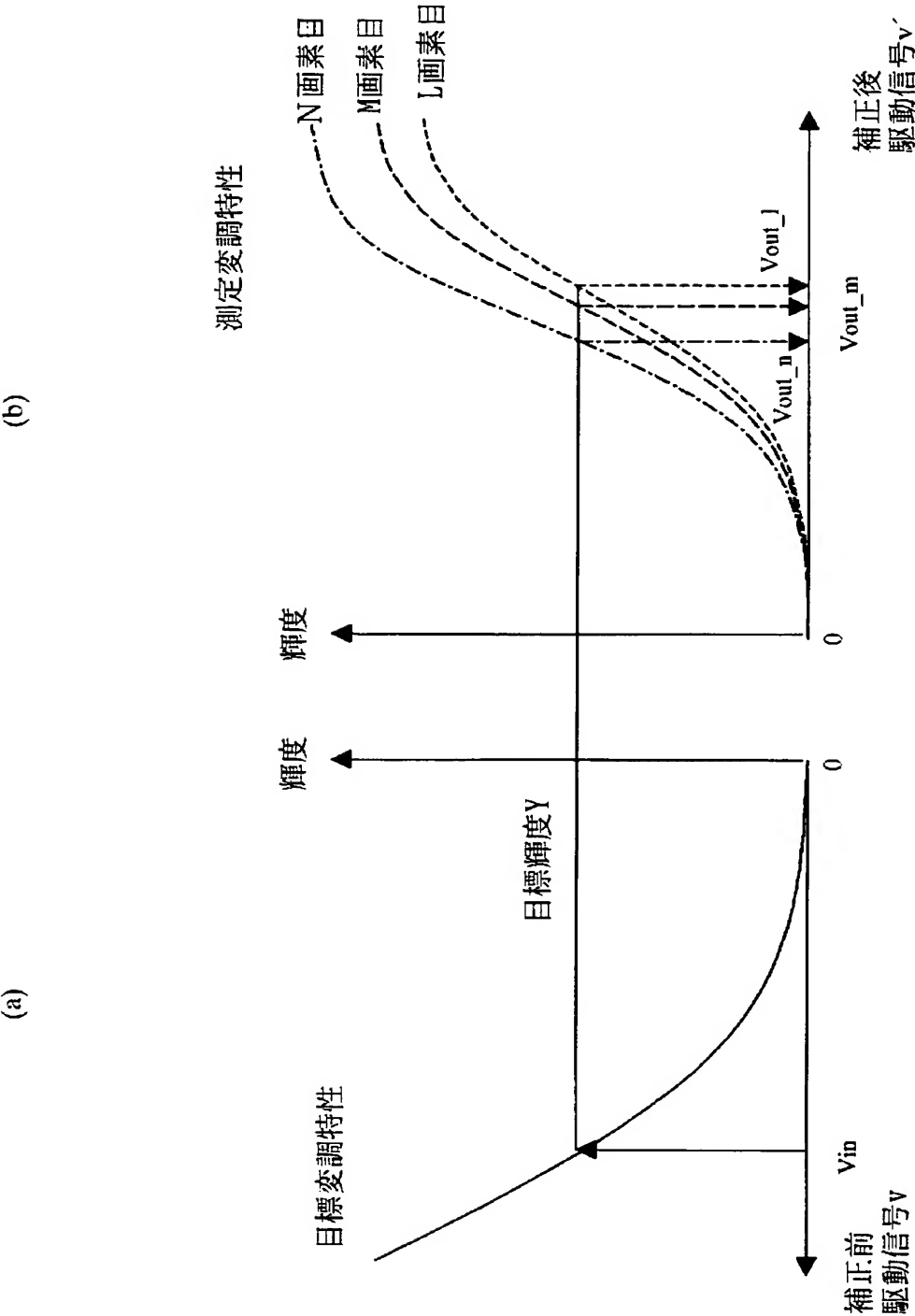
【図 2 2】



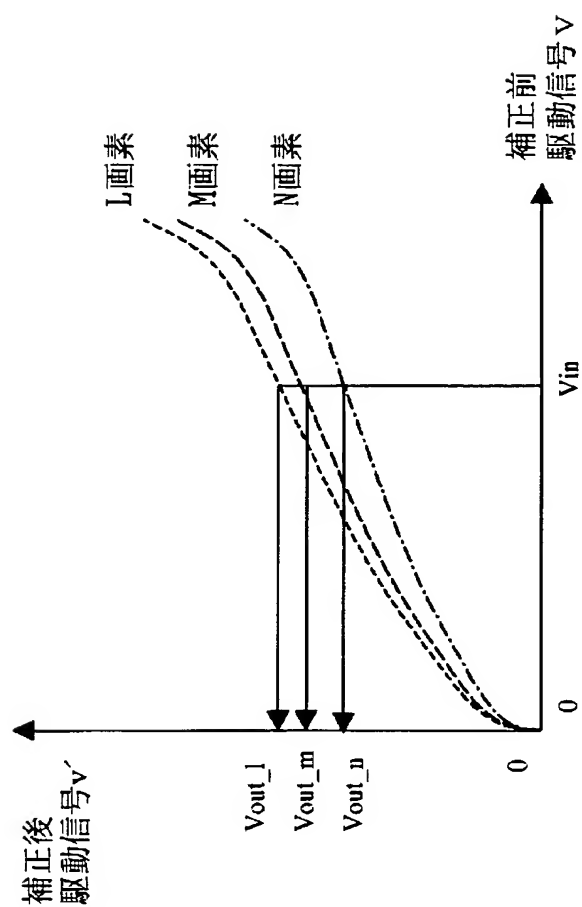
【図 2 3】



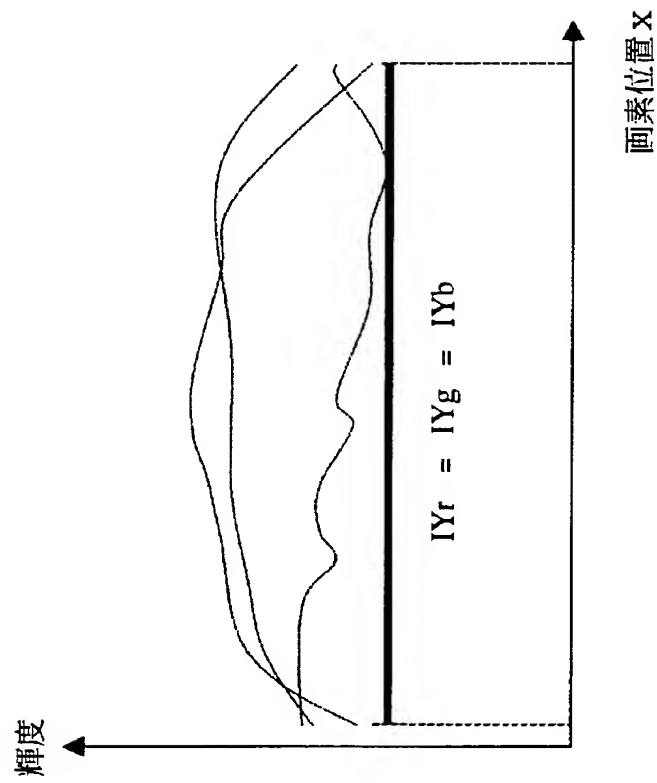
【図 24】



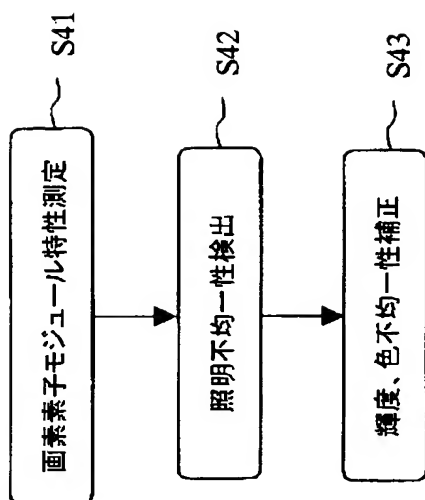
【図 2 5】



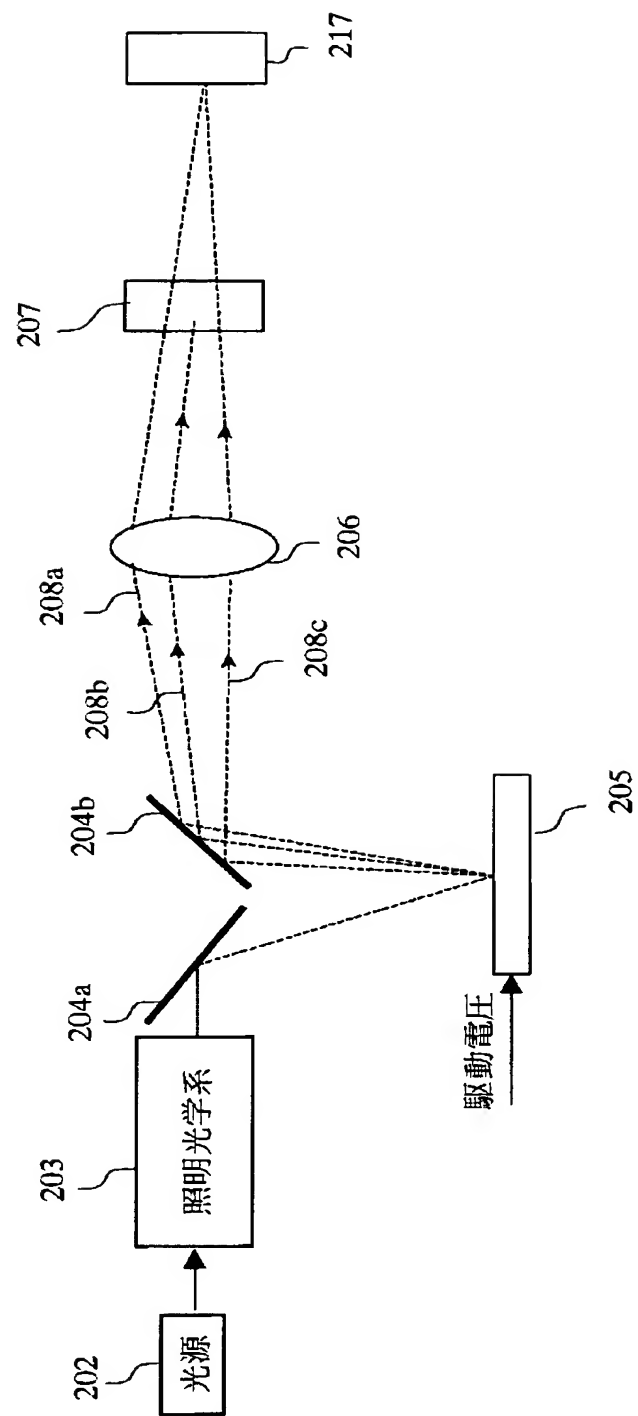
【図 2 6】



【図 27】

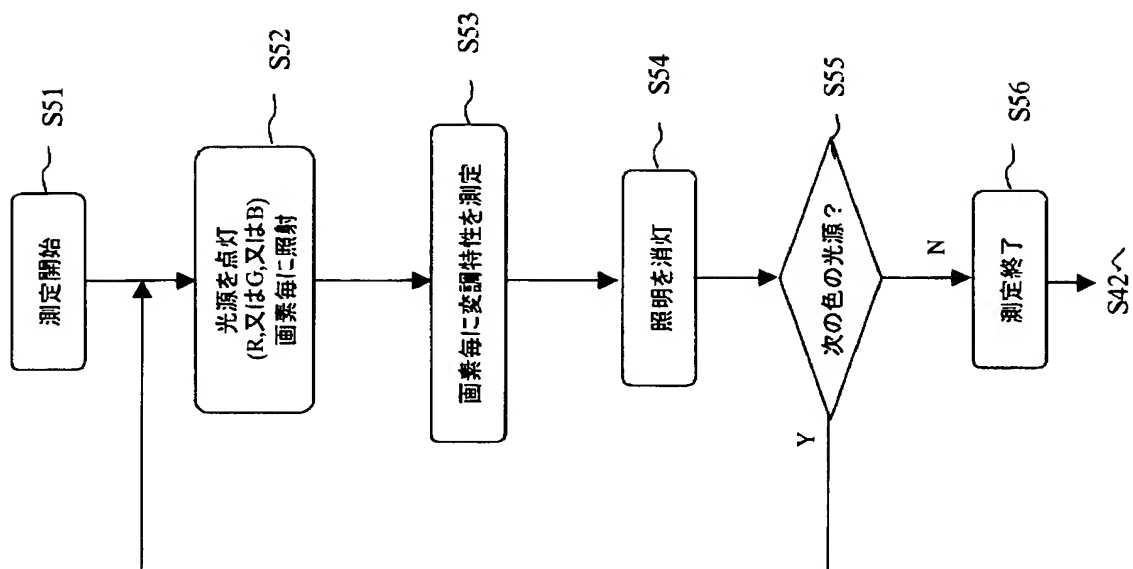


【図 28】

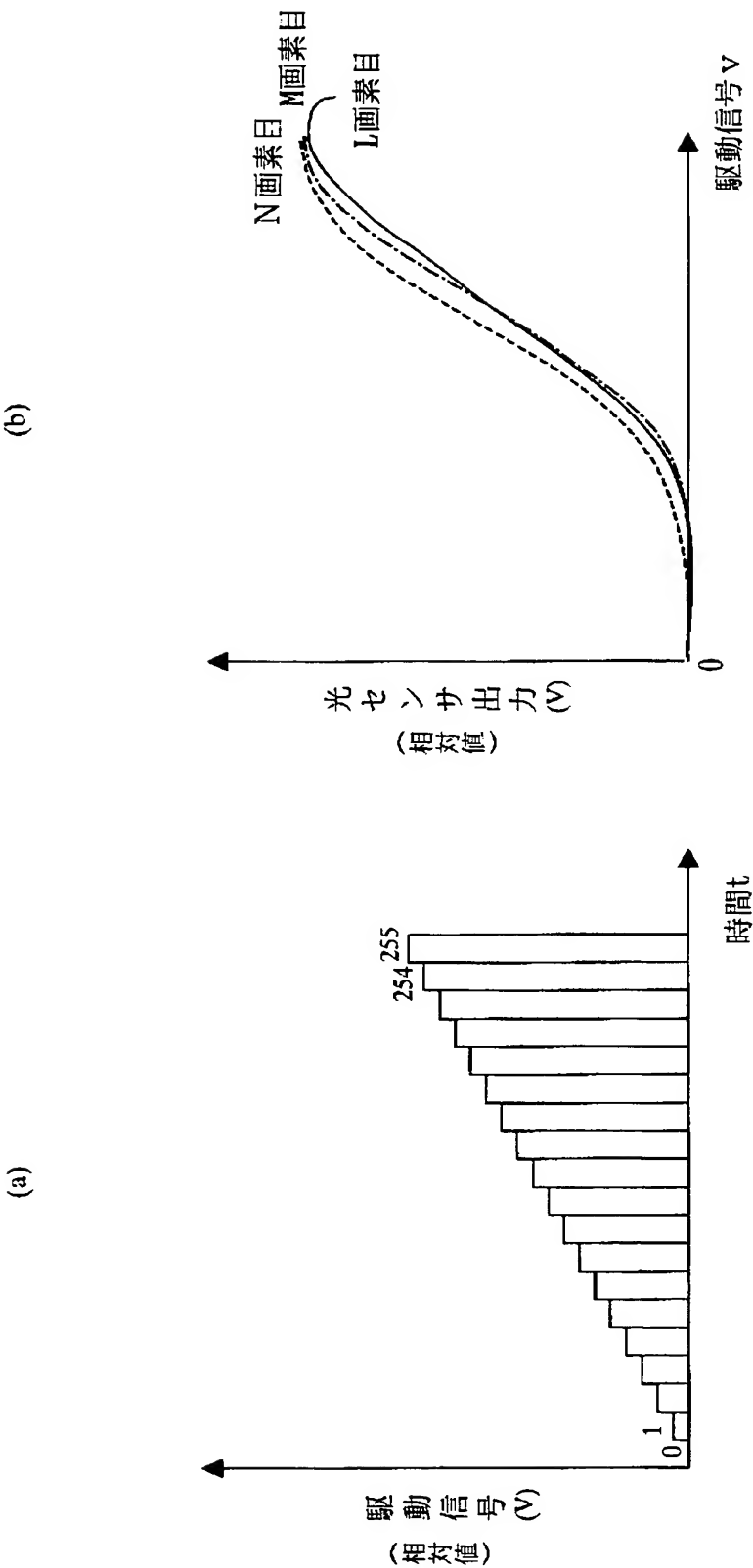


201

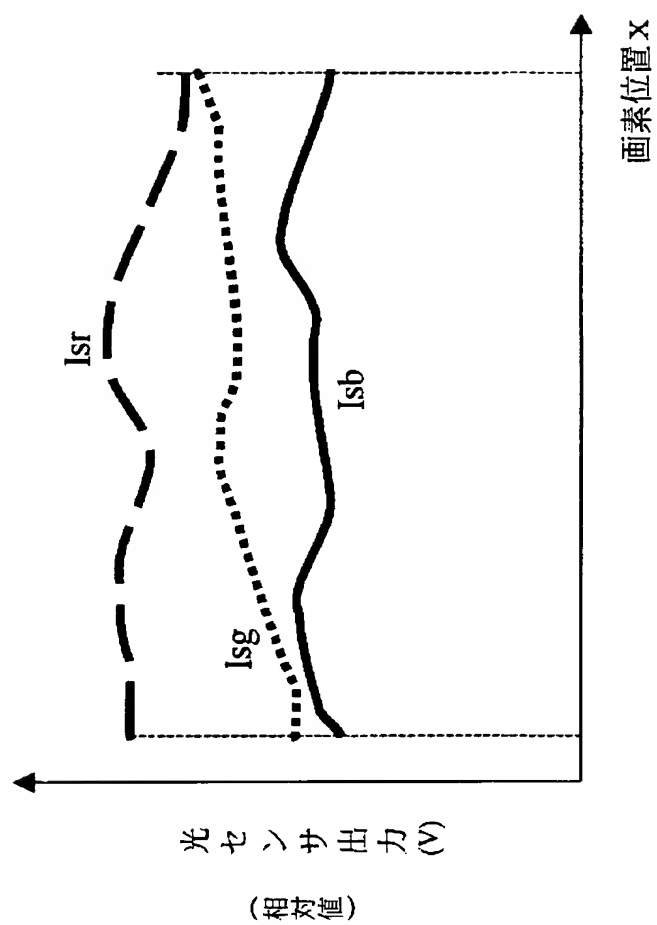
【図 29】

S41

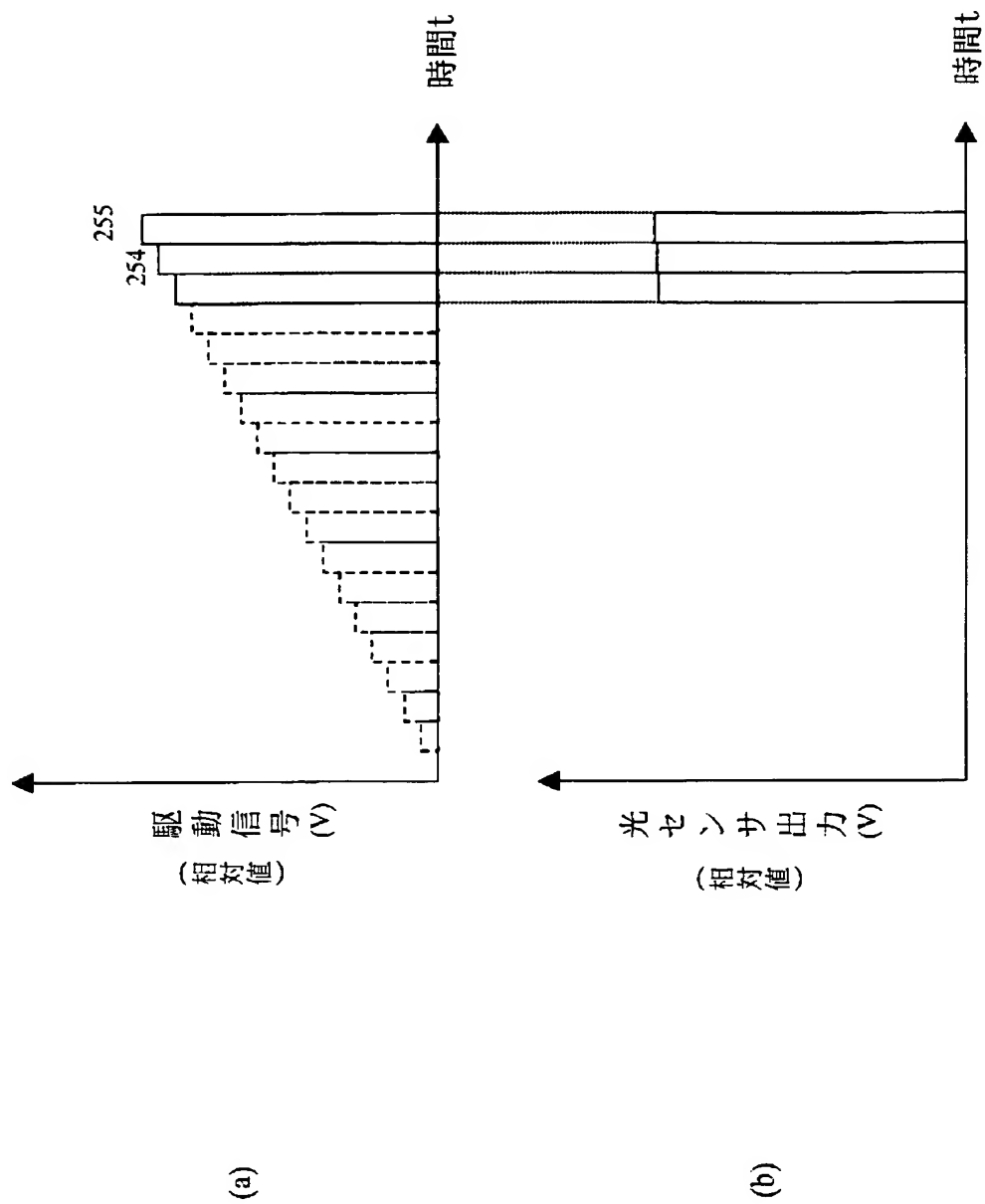
【図 30】



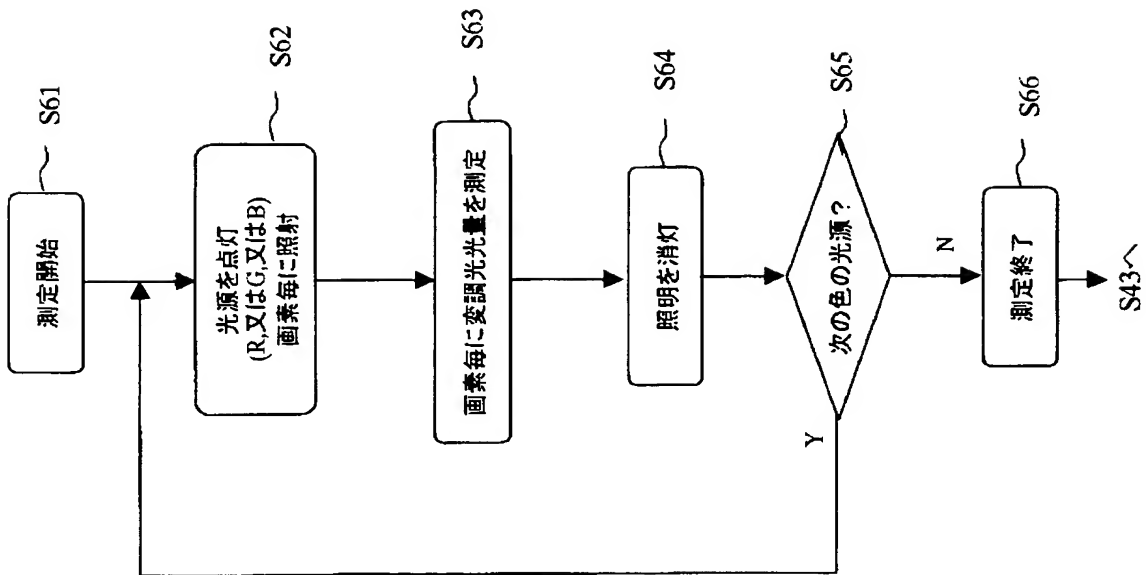
【図 31】



【図 3 2】

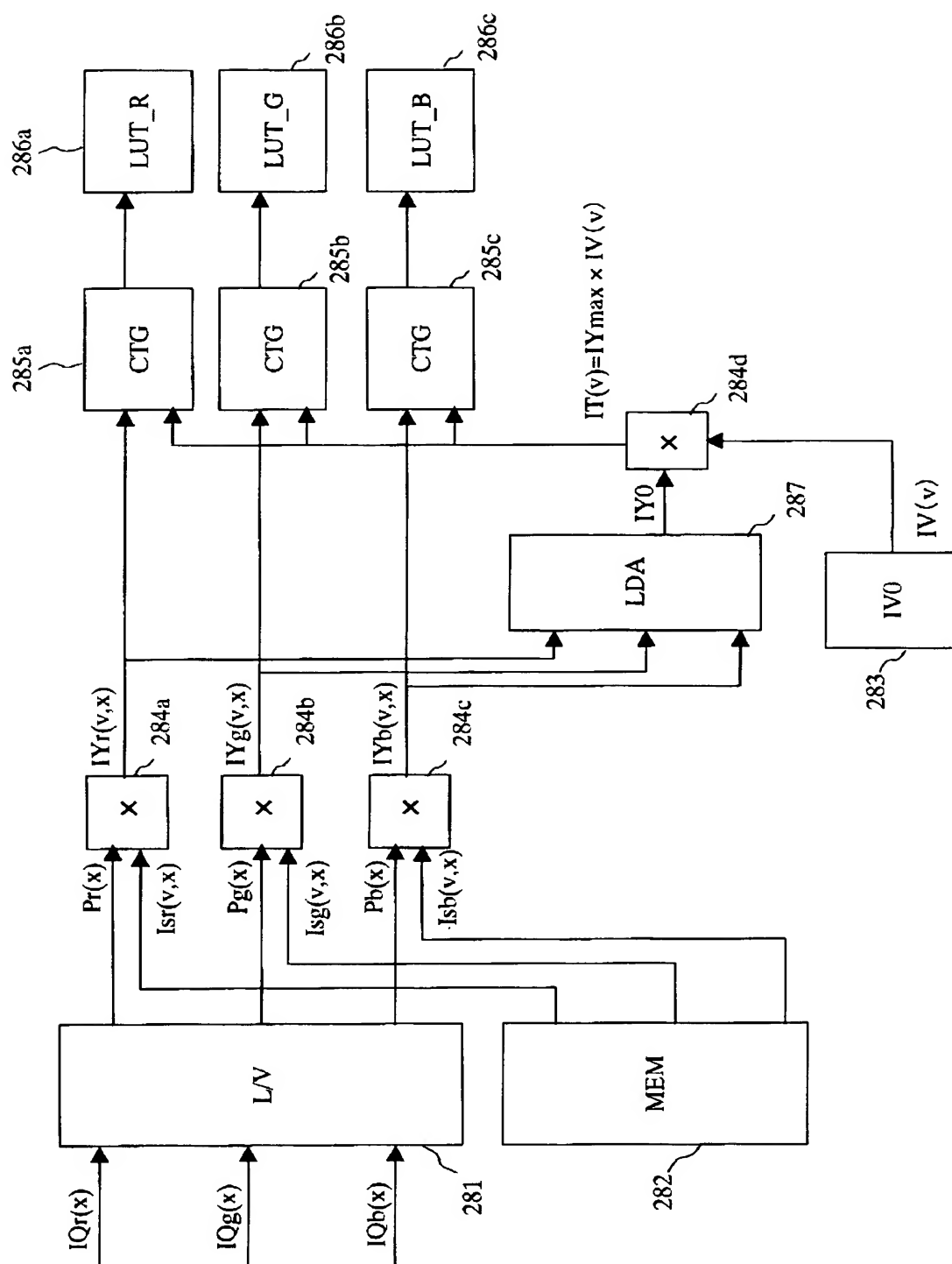


【図 3 3】

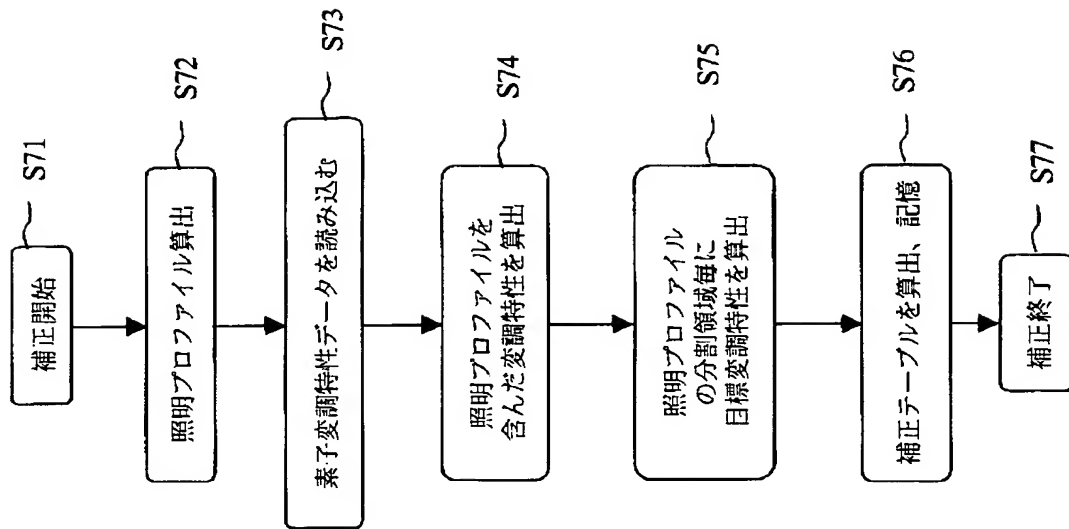


S42

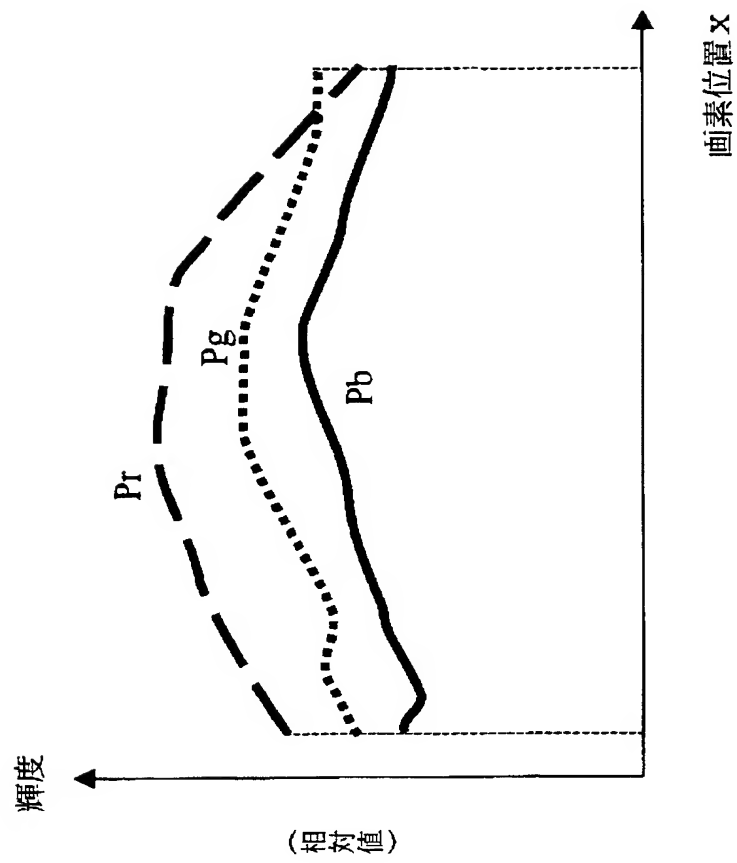
【図 34】



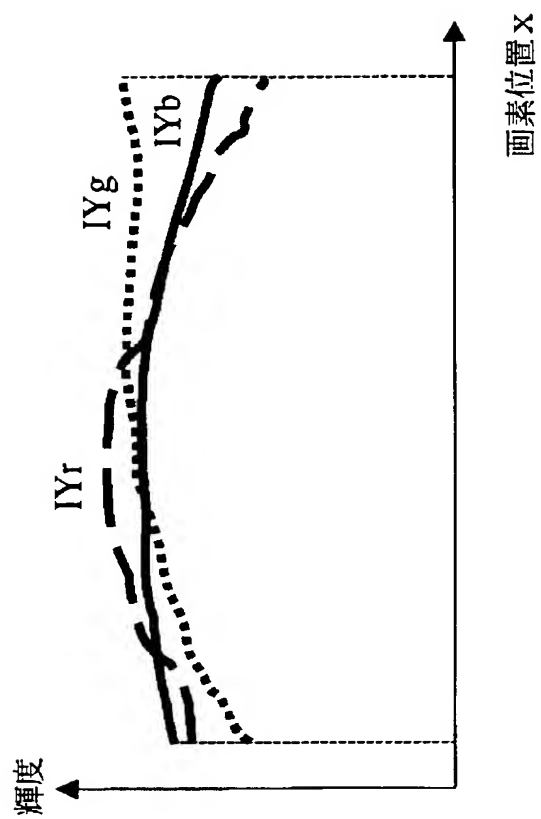
【図 35】

S43

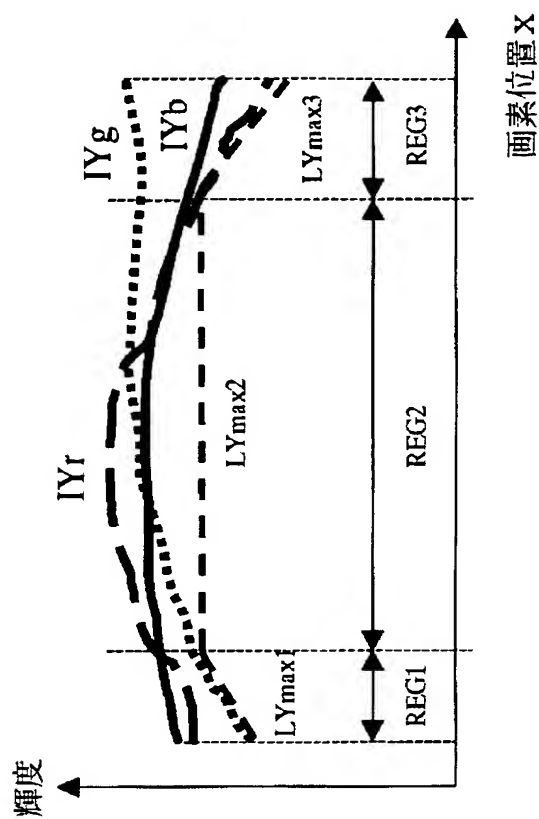
【図 36】



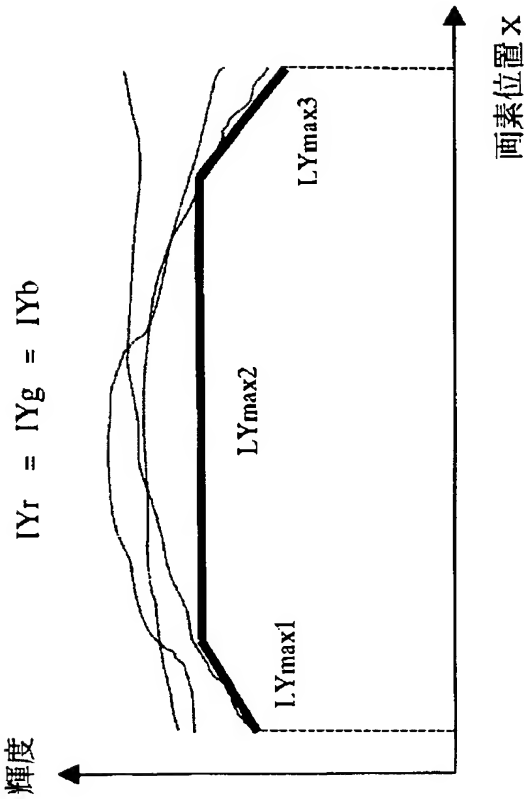
【図 37】



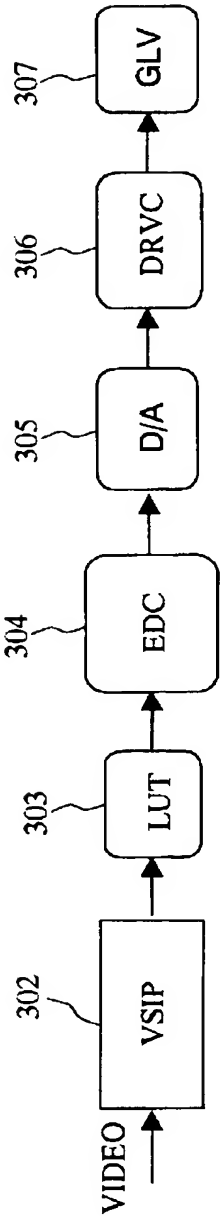
【図 38】



【図 3 9】

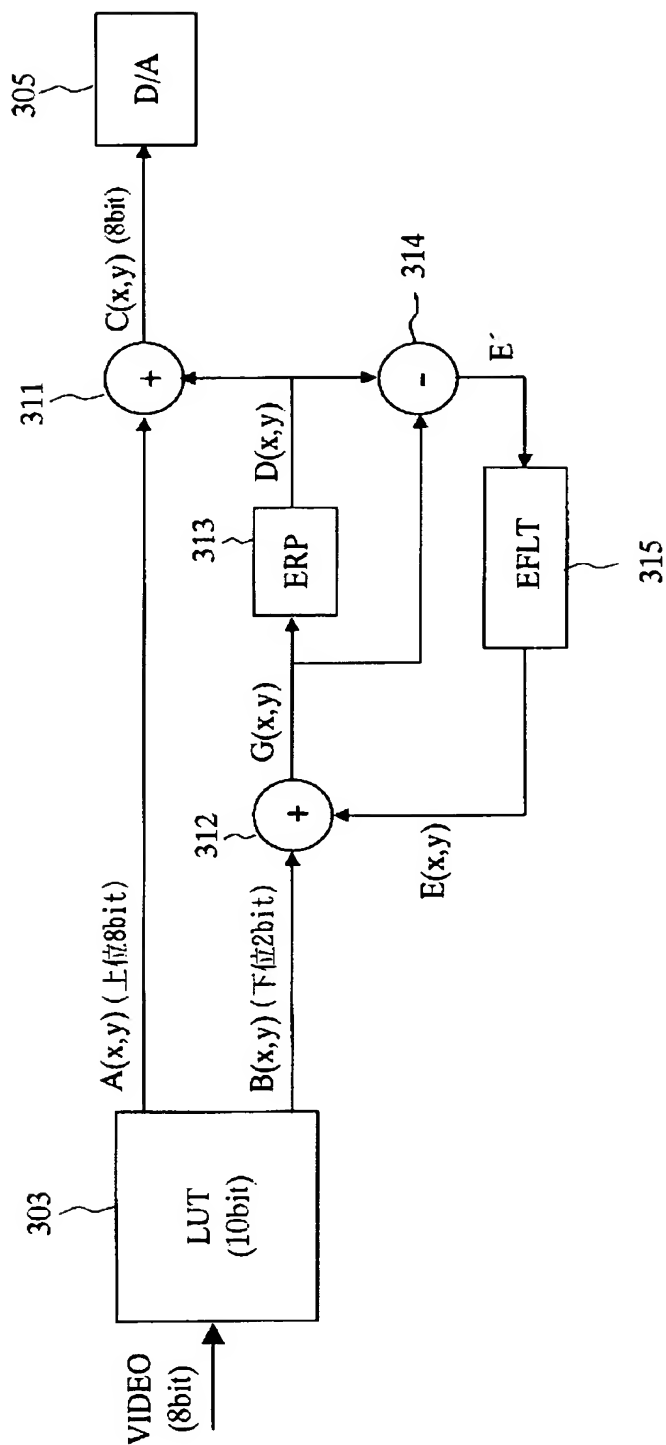


【図 4 0】

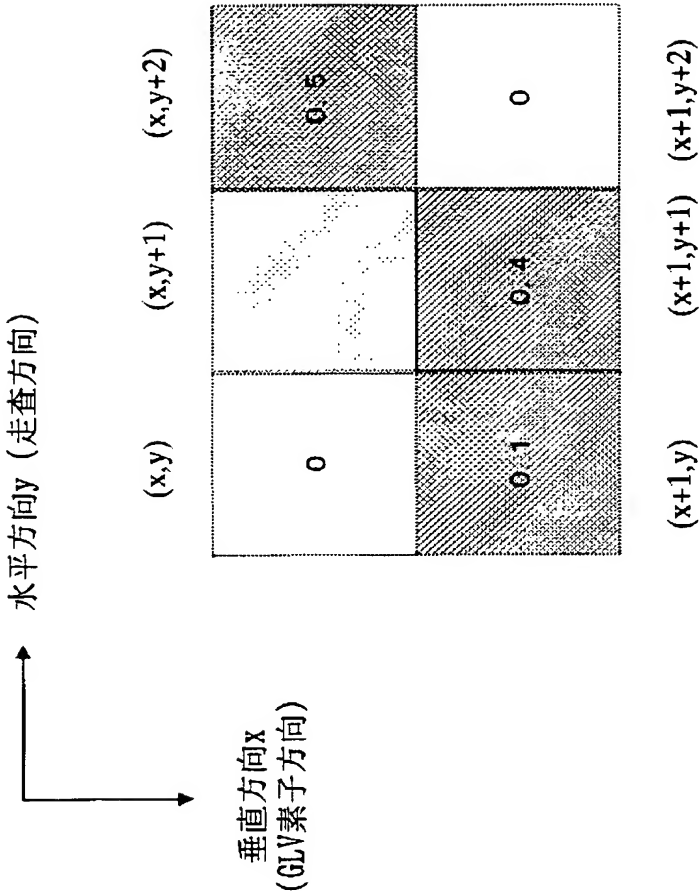


301

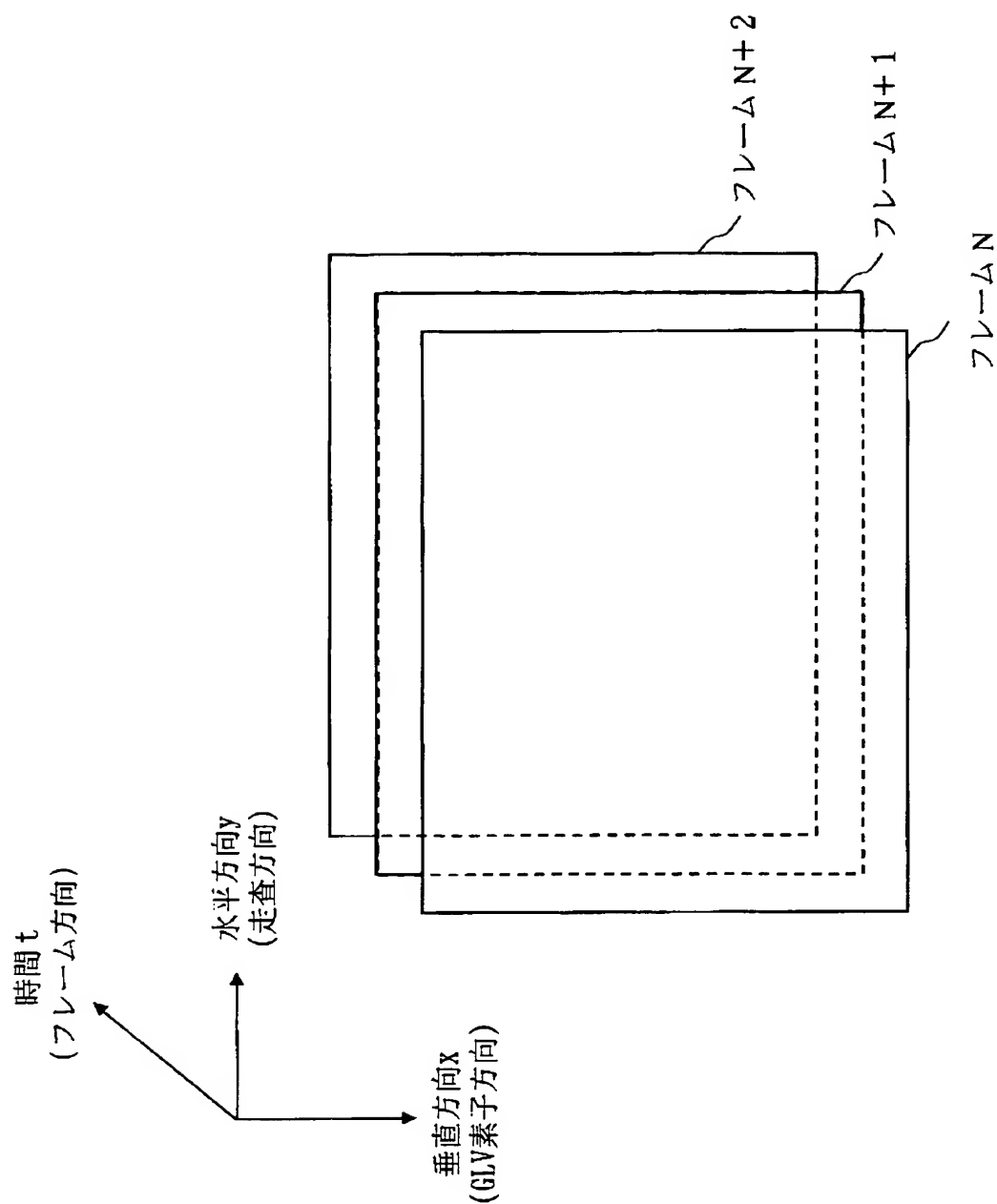
【図 4 1】



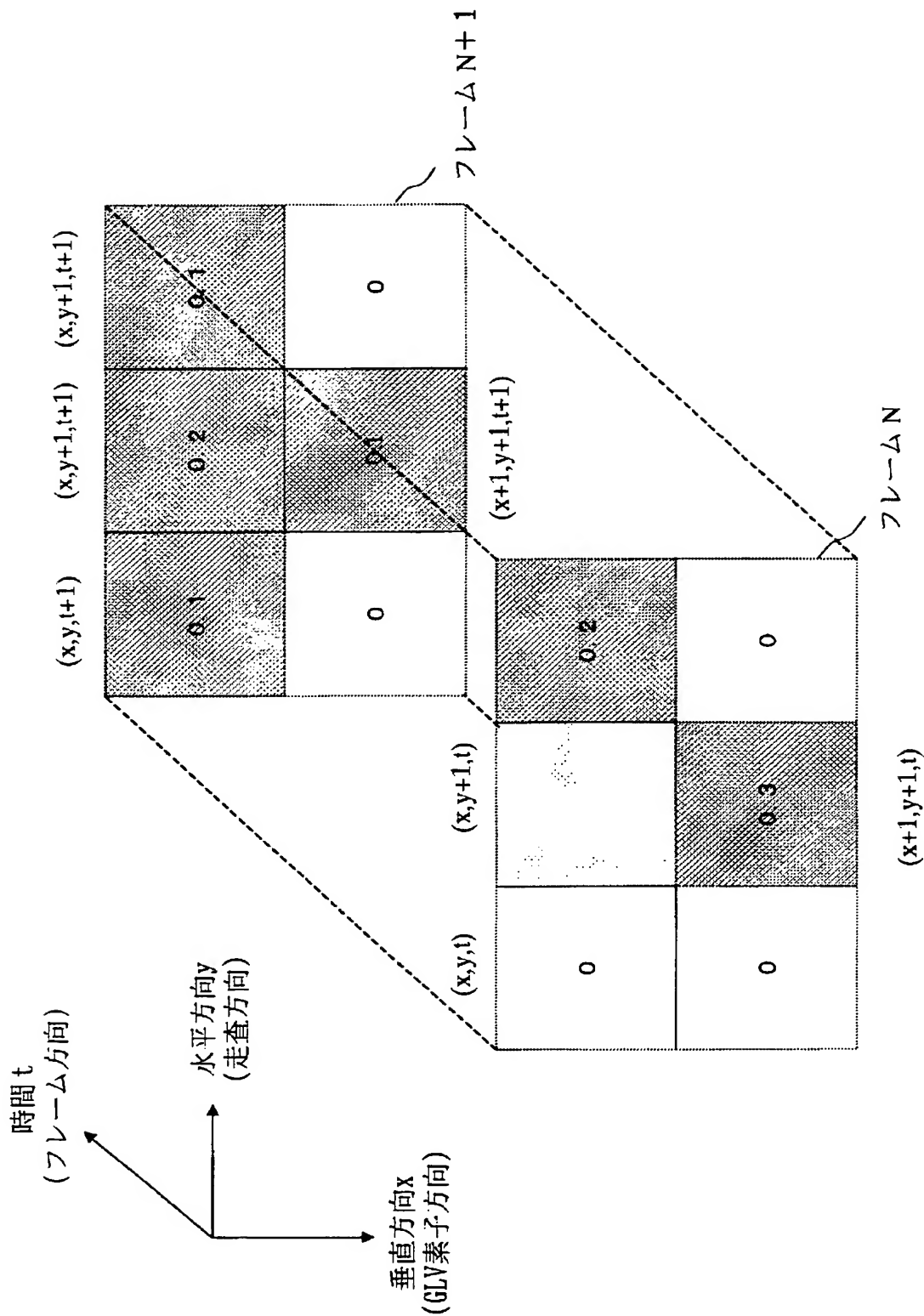
【図 4 2】



【図43】



【図 4 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表示画面上に生じる輝度と色の不均一性を低減でき、コンパクトに構成することができる画像表示装置、画像表示方法、及びかかる補正を行なう光変調素子調整装置を提供する。

【解決手段】 画像表示装置 1 0 1 において、光源部 2 と、照明光学系 3 と、光変調部 4 と、空間フィルタ 5 (S F T) と、光投射部 6 と、スクリーン 8 とに加えて、光検出装置 1 5 が設けられている。光検出装置 1 5 は、 G L V 2 3 R , 2 3 G , 2 3 B における各画素素子の変調特性のバラツキ及び照明条件により表示された輝度と色の不均一性を検出する。光検出装置 1 5 で検出した信号に基づいて、表示される色と輝度の不均一性を低減する最適な駆動電圧を求める。

【選択図】 図 1 2

特願 2 0 0 2 - 3 0 3 6 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社